

BIBLIOTHÈQUE PROFESSIONNELLE

---

H. Brandenberger — E. Scherrer  
F. Schwendimann — R. Spinnler

# Calcul pour électriciens

*Adaptation française  
par E. Engel*

---

AD

Edition originale: *Rechnen Elektroberufe*  
© Vebra-Verlag, Vettiger & Co, CH - 8630 Rüti

---

ISBN 2 - 88161 - 026 - 9

Edition française:  
© 1988, Editions André Delcourt, Lausanne.  
Tout droits réservés.  
Reproduction interdite.  
Imprimé en Suisse.

## AVANT-PROPOS

Le présent ouvrage constitue un recueil de quelque 2440 problèmes, dont plus de 500 sont accompagnés d'un dessin technique. Nous avons volontairement renoncé à y ajouter des directives d'ordre méthodologique ou des exemples de solutions qui font l'objet d'autres livres. Par contre, l'ensemble des problèmes a été divisé en chapitres par thèmes, conformément aux besoins des utilisateurs; il est ainsi conçu aussi bien pour le travail individuel et l'étude personnelle que pour les cours des écoles professionnelles, les cours de perfectionnement et la préparation aux examens.

Ce **Calcul pour électriciens** ne parle pas de théorie; celle-ci est suffisamment traitée par de nombreux ouvrages, et nous nous contenterons de renvoyer le lecteur à l'**Electronique** de M. Jeanrenaud (Editions Delta & Spes, Denges). Le maître, libre de choisir les problèmes qui correspondent au niveau de son enseignement, résoudra ceux-ci selon la méthode qui lui semble la mieux adaptée. Il est bien entendu qu'il n'est pas obligatoire de passer tous les problèmes en revue, sans exception.

Les problèmes proprement techniques sont complétés d'opérations commerciales et de problèmes de calcul général. L'utilisateur de cet ouvrage est ainsi invité à appliquer les formules apprises, à consulter les ouvrages de référence et à recourir d'une manière générale aux sources utiles dans l'exercice de sa profession. Les données des problèmes ont, dans toute la mesure du possible, été tirées de cas concrets susceptibles de se présenter dans la pratique quotidienne.

En outre, l'ensemble est conforme au système international d'unités. Les grandeurs, symboles, formules, unités, constantes, coefficients, facteurs, etc., peuvent être trouvés dans les ouvrages usuels. Selon la source, on observera quelques différences minimales; il peut en être de même dans la lecture des tables, où l'on peut arrondir, suivant le cas, vers le haut ou vers le bas. De petites différences peuvent également intervenir dans les approximations selon que le problème est résolu à la main, à la règle à calcul ou à la machine à calculer. Enfin, les résultats obtenus vectoriellement dépendent de l'exactitude plus ou moins grande des diagrammes. Précisons encore que les valeurs suivantes ont été retenues et adoptées tout au long de cet ouvrage:  $\pi = 3,1416$ ;  $\sqrt{2} = 1,414$  et  $\sqrt{3} = 1,732$ .

Pour terminer, les auteurs, l'adaptateur et l'éditeur remercient toutes les personnes qui, par leurs conseils, leurs renseignements ou leur collaboration, ont permis d'élaborer cet ouvrage.



## Table des matières

<b>1</b>	<b>Longueurs, surfaces, volumes, masses</b>	
1.1	Calculs de longueurs .....	13
1.1.1	Développements .....	13
1.1.2	Longueurs des fils de bobines et de torches .....	13
1.1.3	Partages .....	14
1.2	Calculs de surfaces .....	15
1.2.1	Surfaces limitées par des droites .....	15
1.2.2	Surfaces limitées par des cercles .....	17
1.2.3	Surfaces à développer .....	18
1.2.4	Combinaisons d'éléments de surfaces .....	19
1.3	Calculs de volumes .....	20
1.3.1	Volumes usuels .....	20
1.3.2	Combinaisons d'éléments de volumes .....	21
1.3.3	Volumes engendrés par révolution .....	22
1.4	Calculs de masses .....	22
1.4.1	Généralités .....	22
1.4.2	Masse de profilés .....	23
1.4.3	Masse de plaques .....	24
<b>2</b>	<b>Mécanique</b>	
2.1	Force d'attraction .....	25
2.2	Mouvement rectiligne .....	26
2.3	Mouvement circulaire .....	26
2.4	Moment de rotation et moment d'un couple .....	27
2.5	Leviers .....	28
2.6	Engins de levage .....	31
2.7	Transmissions à courroies .....	32
2.8	Transmissions par roues dentées .....	33
2.9	Travail .....	34
2.10	Puissance, généralités .....	35
2.11	Rendement .....	35
2.12	Puissance de turbines hydrauliques .....	36
2.13	Puissance de pompes .....	36
2.14	Puissance à partir du moment de rotation .....	37
2.15	Forces à déterminer graphiquement .....	37
2.16	Pression de liquides et de gaz .....	38
2.17	Résistance des matériaux .....	39
<b>3</b>	<b>Courant continu</b>	
3.1	Densité de courant .....	40
3.2	La loi d'Ohm .....	40
3.3	Courants dérivés .....	41
3.4	Résistivité et conductivité .....	42
3.5	Résistance des conducteurs .....	42
3.6	Résistance et conductance .....	43

3.7	Conductance de conducteurs .....	44
3.8	Influence de la température sur la résistance .....	44
3.9	Couplage de résistances ohmiques .....	45
3.9.1	Couplage en série .....	45
3.9.2	Couplage en parallèle .....	46
3.9.3	Couplage mixte .....	47
3.10	Quantité d'électricité .....	48
3.11	Electrolyse .....	48
3.12	Puissances .....	48
3.12.1	Puissance selon la tension et l'intensité du courant .....	48
3.12.2	Puissance selon la tension et la résistance .....	49
3.12.3	Puissance par rapport au changement de la tension .....	50
3.13	Pertes par effet Joule .....	50
3.13.1	Généralités .....	50
3.13.2	Pertes par effet Joule par rapport au changement du courant .....	51
3.14	Rendement .....	51
3.15	Energie active .....	51
3.16	Coût de l'énergie .....	52
3.17	Chauffage électrique .....	53
<b>4</b>	<b>Courant monophasé</b>	
4.1	Valeur efficace et maximum .....	55
4.2	Fréquence et période .....	55
4.3	Pulsation .....	56
4.4	Fréquence et longueur d'onde .....	56
4.5	Loi d'Ohm .....	56
4.6	Réactance d'induction .....	57
4.7	Réactance de capacité .....	57
4.8	Impédance .....	57
4.9	Puissance apparente .....	58
4.10	Puissance active, réactive et apparente .....	58
4.11	Facteur de puissance .....	59
4.12	Courant actif et réactif .....	60
4.13	Energie active et réactive .....	60
4.14	Calcul vectoriel .....	61
<b>5</b>	<b>Courant triphasé</b>	
5.1	Grandeur simple et composée .....	63
5.2	Charge symétrique .....	63
5.2.1	Puissance selon la tension et l'intensité du courant .....	63
5.2.2	Puissance selon la tension et la résistance .....	64
5.2.3	Puissance apparente, active, réactive. Facteur de puissance .....	65
5.3	Charge asymétrique .....	66
5.3.1	Puissance .....	66
5.3.2	Courant dans le conducteur neutre .....	67
5.3.3	Courant dans les conducteurs polaires .....	68
5.4	Rupture de conducteurs .....	68
5.5	Rupture du conducteur neutre .....	69

<b>6</b>	<b>Force électromotrice et tension aux bornes</b>	<b>71</b>
<b>7</b>	<b>Court-circuit</b>	
7.1	Installations à courant continu	73
7.2	Installations à courant monophasé	73
7.3	Installations à courant triphasé	73
<b>8</b>	<b>Mise à terre</b>	<b>75</b>
<b>9</b>	<b>Chute de tension et utilisation de la tension</b>	
9.1	Installations à courant continu	77
9.2	Installations à courant monophasé	77
9.3	Installations à courant triphasé	78
<b>10</b>	<b>Calcul de lignes</b>	
10.1	Par rapport à la chute de tension	81
10.1.1	Installations à courant continu	81
10.1.2	Installations à courant monophasé	81
10.1.3	Installations à courant triphasé	82
10.2	Par rapport à la perte de puissance	84
<b>11</b>	<b>Amélioration du facteur de puissance</b>	
11.1	Installations à courant monophasé	87
11.2	Installations à courant triphasé	87
<b>12</b>	<b>Magnétisme</b>	
12.1	Flux magnétique	89
12.2	Intensité du champ magnétique et induction	89
12.3	Solénation	90
12.3.1	Intensité du courant et nombre de tours	90
12.3.2	Intensité du champ magnétique et longueur des lignes de force	91
12.4	Calcul du circuit magnétique	91
12.5	Action entre aimants	92
12.5.1	Conducteur dans un champ magnétique	92
12.5.2	Interaction entre deux conducteurs	92
12.5.3	Force d'attraction d'électro-aimants	93
12.6	Tension induite	93
12.6.1	Induction dynamique	93
12.6.2	Induction statique	94
<b>13</b>	<b>Appareils et machines</b>	
13.1	Appareils de mesure	95
13.1.1	Erreurs d'indications	95
13.1.2	Lecture des instruments à aiguille	95
13.1.3	Résistance interne et propre consommation	96
13.1.4	Shunts et résistances additionnelles; transformateurs de mesure	96
13.1.5	Erreurs de mesure	97
13.1.6	Compteurs et puissance	97
13.2	Mesure de la résistance ohmique de récepteurs triphasés	98
13.3	Transformateurs	99

13.3.1	Transformateurs monophasés .....	99
13.3.2	Transformateurs triphasés .....	99
13.4	Génératrices synchrones: fréquence, nombre de pôles, vitesse de rotation.....	100
13.5	Moteurs triphasés: fréquence, nombre de pôles, vitesse de rotation, glissement .....	101
<b>14</b>	<b>Photométrie</b>	
14.1	Coefficient d'efficacité .....	103
14.2	Flux lumineux et éclairage .....	103
14.3	Rendement d'installations de lumière .....	104
14.4	Calcul d'installations d'éclairage .....	104
14.5	Eclairage par rapport à la distance .....	105
<b>15</b>	<b>Appendice</b>	
15.1	Millimètres et pouces .....	107
15.2	Conversions, multiples et sous-multiples .....	107
15.3	Puissances de 10 .....	108
15.4	Calcul arithmétique .....	109
15.4.1	Addition .....	109
15.4.2	Soustraction .....	110
15.4.3	Multiplication .....	110
15.4.4	Division .....	111
15.4.5	Calculs divers .....	111
15.5	Les fractions .....	113
15.5.1	Amplification .....	113
15.5.2	Simplification .....	113
15.5.3	Extraction des entiers .....	113
15.5.4	Réduction au même dénominateur .....	113
15.5.5	Addition et soustraction de fractions de même dénominateur .....	113
15.5.6	Addition et soustraction de fractions diverses .....	114
15.5.7	Multiplication de fractions par un nombre entier et inversement .....	114
15.5.8	Multiplication de fractions entre elles .....	115
15.5.9	Division d'une fraction par un nombre entier .....	115
15.5.10	Division d'un nombre entier par une fraction .....	115
15.5.11	Division de fractions entre elles .....	115
15.5.12	Conversion de fractions décimales en fractions ordinaires .....	116
15.5.13	Conversion de fractions ordinaires en fractions décimales .....	116
15.5.14	Conversion de fractions en nombres fractionnaires ou entiers .....	116
15.5.15	Conversion de nombres fractionnaires en fractions .....	116
15.5.16	Conversion de pour cent en fractions et inversement .....	116
15.6	Transformation de formules .....	117
15.7	Rapports .....	119
15.8	Proportions .....	120
15.9	Echelles .....	120
15.10	Pour cent et pour mille .....	121
15.10.1	Pente et hauteur de chute .....	121
15.10.2	Calculs divers .....	122



15.11	Théorème de Pythagore .....	122
15.12	Trigonométrie .....	123
<b>16</b>	<b>Opérations commerciales</b>	
16.1	Intérêt et dividende .....	127
16.2	Escompte .....	128
16.3	Rabais, prix brut, prix net .....	129
16.4	Impôt sur le chiffre d'affaires (ICHA) .....	130
16.5	Renchérissement .....	131
16.6	Gain et perte .....	131
16.7	Frais généraux .....	132
16.8	Calcul du prix des installations électriques .....	134
16.9	Divers problèmes d'opérations commerciales .....	140
<b>17</b>	<b>Problèmes de récapitulation .....</b>	<b>143</b>
	Trente séries de six problèmes	

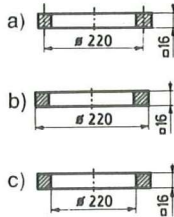
Notes

# 1 Longueurs, surfaces, volumes, masses

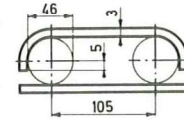
## 1.1 Calculs de longueurs

### 1.1.1 Développements

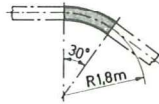
1 Ces trois anneaux sont construits à partir d'une barre carrée, quelle est sa longueur en mm, nécessaire pour chaque anneau?



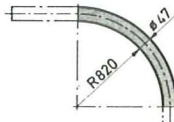
8 Combien de m de fer en bande faut-il pour fabriquer 200 de ces brides. Il s'agit de considérer les deux pièces.



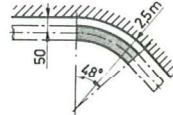
2 Un câble TTV de  $4 \times 95$  mm<sup>2</sup> possède un  $\varnothing$  extérieur de 49,8 mm. Il est posé selon les indications du croquis. Calculer la longueur du secteur limité par  $30^\circ$ .



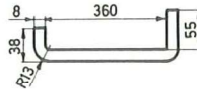
3 Quelle est la longueur de l'arc de  $90^\circ$  de ce tube thermoplastique dont le  $\varnothing$  extérieur est de 47 mm?



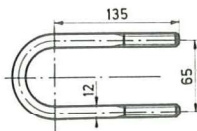
4 Quelle est la longueur de l'arc de  $48^\circ$  de ce tube dont le  $\varnothing$  extérieur est de 60,3 mm?



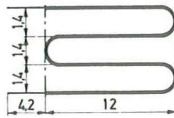
5 Calculer la longueur développée de cet étrier en fer méplat.



6 Cet étrier est construit à partir d'un fer rond. Calculer la longueur nécessaire à sa fabrication.

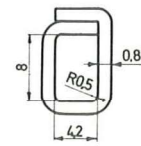


7 Un câble de sol, chauffant, est disposé selon les indications du croquis. Calculer les longueurs totales (cotes en m):

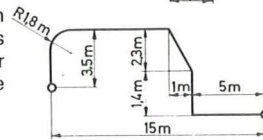


a) des raccords  
b) du câble chauffant.

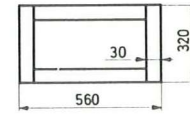
9 Déterminer la longueur développée de cette pièce en fer méplat.



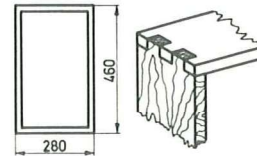
10 Combien de m de tube sont-ils nécessaires pour la construction de cette ligne?



11 Ce cadre est en fer plat. a) Combien faut-il de m de fer? b) Quelle longueur reste-t-il si l'on utilise une bande de 3 m et si l'on perd 2 mm par coupe?



12 Combien faut-il de m de latte de bois pour fabriquer 40 cadres pour compteurs? Les cotes tiennent compte de l'assemblage à tenons.



### 1.1.2 Longueurs des fils de bobines et de torches

1 Une torche de fil d'installation a un diamètre moyen de 25,5 cm et possède 170 spires.

Calculer la longueur en mètres du fil disponible.

2 Une torche de 100 m de fil a un  $\varnothing$  moyen de 85 cm. Quel est le nombre de spires?

3 Déterminer les longueurs des câbles en torches selon les données suivantes:

Type du câble	Sections	Nombre de spires	Diamètre moyen de la torche
a) Gd	$2 \times 1 \text{ mm}^2$	18	28 cm
b) Gdv	$3 \times 1,5 \text{ mm}^2$	37	0,34 m
c) Td	$2 \times 0,75 \text{ mm}^2$	42	4,2 dm
d) Tdva	$2 \times 2,5 \text{ mm}^2$	9,5	24 cm

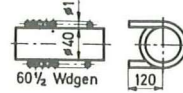
4 La plaquette signalétique d'un tambour supportant un câble à basse tension, indique 196 m de câble. On mesure un  $\varnothing$  moyen de 0,86 m. Combien doit-il y avoir de spires sur le tambour?

5 Pour une installation, on a besoin de 34 m de câble TT de  $4 \times 6 \text{ mm}^2$ . Au dépôt, on dispose de deux torches, l'une de 28 et l'autre de 21 spires avec des  $\varnothing$  moyens, respectifs, de 43 cm et de 50 cm. Laquelle de ces deux torches doit être emportée sur le chantier?

6 Pour une installation téléphonique de bureaux on a besoin de 3750 m de fil du type J 51,  $2 \times 0,8 \text{ mm}$ . Combien utilise-t-on de torches dont le  $\varnothing$  moyen est de 23 cm et le nombre de spires de 640?

7 Sur un noyau de 18 mm de  $\varnothing$ , on enroule 180 spires d'un fil laqué de 0,6 mm de  $\varnothing$ . Quelles sont les longueurs d'une spire et du fil nécessaires à cet enroulement?

8 Quelle est la longueur du fil de cette résistance à curseur?



9 Une bobine constituée par du fil de cuivre de 0,1 mm d'épaisseur a un  $\varnothing$  minimum de 18 mm et un  $\varnothing$  maximum de 26 mm. Le nombre de spires est de 1800. Quelle est la longueur du fil utilisé s'il faut compter 420 mm pour les raccordements?

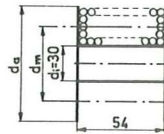
10 Une torche est constituée par 15 couches de fils T  $2,5 \text{ mm}^2$ , de 3,4 mm de  $\varnothing$ . Chaque couche possède 11 spires. Le  $\varnothing$  intérieur de la bobine est de 150 mm. Combien de m de fil cette torche contient-elle?

11 Un câble TTva de  $4 \times 240 \text{ mm}^2$  enroulé sur un tambour pèse 4,6 t, y compris les 295 kg du tambour. Un m de câble pèse 16,22 kg. Combien de spires forment le câble si son  $\varnothing$  moyen est de 145 cm?

12 Selon le croquis de cette bobine avec un fil de 1,8 mm de  $\varnothing$  extérieur, déterminer:

- le nombre de spires par couche
- selon le croquis, le nombre de couches
- le  $\varnothing$  extérieur  $d_a$
- le  $\varnothing$  moyen  $d_m$

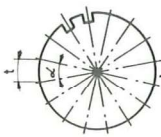
e) la longueur du fil en m, constituant cette bobine s'il faut 160 mm pour chacun des deux raccordements.



### 1.1.3 Partages

1 Une feuille de tôle d'un rotor de 177 mm de  $\varnothing$  extérieur possède sur son pourtour, 16 encoches également réparties.

Déterminer: a) l'angle de partage  $\alpha$ ; b) la longueur de l'arc t.

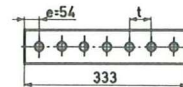


2 Sur une circonférence dont le  $\varnothing$  est de 12,4 m, on doit suspendre des luminaires au plafond d'un pavillon de forme arrondie. La longueur de l'arc entre deux luminaires est de 80 cm au maximum. Déterminer: a) le nombre de luminaires; b) la longueur réelle de l'arc entre deux luminaires.

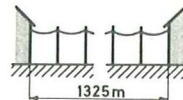
3 Dans un fer plat de 1012,5 mm de longueur, on doit percer 26 trous uniformément répartis sur toute la longueur. Les deux extrémités

de la bande ont chacune la longueur égale qui sépare l'axe des trous. Déterminer l'entre-axe des trous.

4 Dans cette bande d'acier plat, il faut percer 7 trous. Déterminer l'entre-axe t.

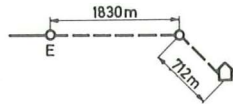


5 Une ligne aérienne à courant faible est établie entre deux bâtiments. Selon les prescriptions et pour l'emploi d'un fil de bronze de 2 mm de  $\varnothing$ , la distance entre supports peut atteindre 45 m au maximum. Déterminer: a) le nombre des supports; b) la distance réelle entre supports.



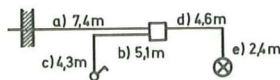
6 Un tronçon de route doit être éclairé de telle façon que la distance entre les supports des luminaires ne dépasse pas 48 m. Les deux extrémités du tronçon possèdent également des supports de luminaires. Combien faut-il planter de supports pour ce tronçon de route de 1,46 km?

7 Depuis le poteau d'arrêt E, il faut construire une ligne aérienne sur poteaux dont la distance entre ceux-ci ne doit pas dépasser 50 m. Combien faut-il de poteaux pour arriver jusqu'à la maison?

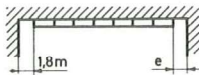


8 Une ligne sous tube de 8,75 m de long doit être fixée avec des brides distantes l'une de l'autre de 70 cm au maximum. Combien faut-il utiliser de brides si celles des extrémités sont à 5 cm respectivement du commencement et de la fin du tube?

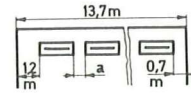
9 Calculer pour chaque tronçon de conduite, le nombre de brides nécessaires. Distance entre brides: maximum 60 cm. Distance des brides d'extrémités, respectivement entre le commencement et la fin de chaque tronçon de conduite: 5 cm.



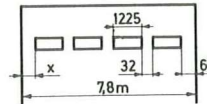
10 Dans un local de 11,2 m de longueur, on installe des tubes fluorescents comme l'indique le croquis. Chaque tube possède une longueur de 1238 mm. Déterminer: a) le nombre de tubes par rangée; b) la distance e.



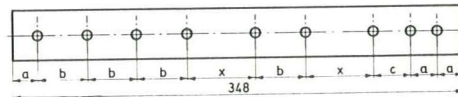
11 Le plafond est équipé de 9 tubes fluorescents par rangée. Longueur d'un tube: 1240 mm. Calculer la distance a entre armatures.



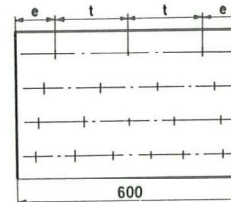
12 Un local doit être équipé d'armatures de tubes fluorescents. Déterminer: a) Le nombre d'armatures pour 3 rangées si la distance x doit être réduite au minimum. b) la grandeur de x.



13 Selon le croquis qui représente une bande de tôle percée, déterminer la grandeur de la cote x, si a = 18,5 mm; b = 36,5 mm et c = 27,5 mm.



14 Sur un tableau, on doit situer des centres sur 4 rangées désignées de a à d, soit 3 centres sur a); 4 sur b); 5 sur c) et 6 sur d). Les distances e sont deux fois plus petites que les entre-axes t. Calculer les grandeurs e et t pour chaque rangée.



## 1.2 Calculs de surfaces

### 1.2.1 Surfaces limitées par des droites

1 Un luminaire carré à encastrer, mesure 685 × 685 mm. Calculer sa surface en cm<sup>2</sup>.

2 Pour des transformations, on utilise, au total, 26 couvercles de boîtes en tôle d'aluminium de 100 × 100 mm. Quelle surface de tôle, en m<sup>2</sup>, faut-il utiliser?

3 Quelle est la longueur du côté d'un balai de charbon carré qui doit avoir une section de 10,24 cm<sup>2</sup>?

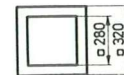
4 Calculer la section de ce tube carré.



5 Calculer la grandeur du côté des barres carrées en cuivre dont les sections sont:

a) 500 mm<sup>2</sup>; b) 120 mm<sup>2</sup>; c) 625 mm<sup>2</sup>; d) 185 mm<sup>2</sup>; e) 800 mm<sup>2</sup>.

6 Calculer la surface de ce cadre, en cm<sup>2</sup>.

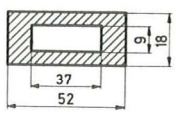


7 Quelle est la surface d'un sol chauffé à l'électricité, de 13,8 × 8,2 m?

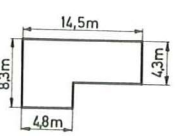
8 La section rectangulaire d'un ruban chauffant est de 10,2 × 3,8 mm. L'exprimer: a) en mm<sup>2</sup>; b) en cm<sup>2</sup>.

9 Un balai de charbon d'une section de 5,04 cm<sup>2</sup>, a une épaisseur de 12 mm. Quelle est sa largeur?

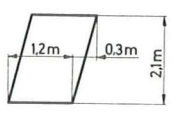
- 10 Un luminaire de table a une ouverture rectangulaire de  $85 \times 320$  mm. Quelle est sa surface en  $\text{dm}^2$ ?
- 11 Un ruban chauffant doit avoir une section de  $0,210 \text{ mm}^2$  et une section rectangulaire de  $0,12$  mm d'épaisseur. Calculer sa largeur.
- 12 Quelle est la surface d'une tôle de  $560 \times 480$  mm dans laquelle se trouve une ouverture de  $48 \times 125$  mm?
- 13 Calculer: a) la surface de l'ouverture; b) la section de la pièce.



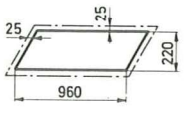
- 14 On donne le plan d'un local dont le sol est chauffé à l'électricité. Quelle en est sa surface en  $\text{m}^2$ ?
- 15 Un ruban de terre d'une largeur de 30 mm doit avoir une surface latérale totale d'au moins  $0,5 \text{ m}^2$ . Calculer la longueur minimale de ce ruban.



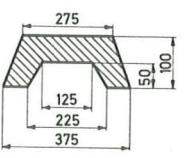
- 16 Un couvercle en forme de parallélogramme a une largeur de 820 mm et une hauteur de 225 mm. Combien faut-il de  $\text{dm}^2$  de tôle pour le construire?
- 17 Quelle est la surface en  $\text{m}^2$ , de cette plaque de verre opalin?



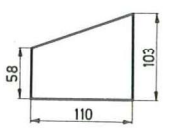
- 18 Pour une enseigne lumineuse comportant 12 lettres, on utilise, pour chaque lettre, un verre rouge de 320 mm de base de 440 mm de hauteur. Quelle est la surface de verre, en  $\text{m}^2$  nécessaire pour toute l'enseigne?
- 19 L'ouverture de  $960 \times 220$  mm doit être fermée par une plaque d'éternit qui dépasse l'ouverture de tous les côtés, de 25 mm. Quelle est la surface d'éternit, en  $\text{m}^2$ , nécessaire pour cette plaque?



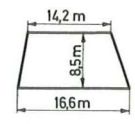
- 20 Déterminer la section de ce caniveau protégé par une plaque d'éternit, en  $\text{m}^2$ , nécessaire pour cette plaque?



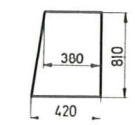
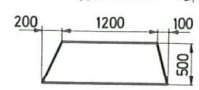
- 21 Calculer la surface de cette tôle: a) en  $\text{mm}^2$ ; b) en  $\text{dm}^2$ ; c) en  $\text{m}^2$ .



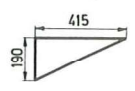
- 22 Pour un projet d'éclairage, on doit connaître la surface du plan de ce local en  $\text{m}^2$ . Calculer cette surface.



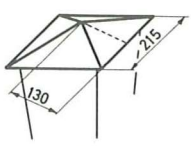
- 23 Combien de  $\text{dm}^2$  de verre acrylique faut-il pour ce luminaire qui comprend deux plaques pareilles au croquis?
- 24 Pour 120 consoles, il faut pour chacune d'elle, deux tôles de renforcement selon les cotes du croquis. Combien cela représente-t-il de  $\text{m}^2$ ?



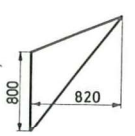
- 25 Le croquis représente une tôle de renforcement pour une console. Combien de  $\text{m}^2$  de tôle seront-ils nécessaires pour 60 consoles?



- 26 Le croquis représente le chapeau d'une lanterne en fer forgé constitué par l'assemblage de 4 triangles semblables en tôle. Quelle surface de tôle faut-il pour un tel chapeau de lanterne?



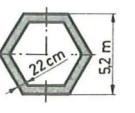
- 27 Le profil d'une colonne lumineuse est donné par le croquis. Combien faut-il de  $\text{dm}^2$  de tôle d'aluminium pour recouvrir cette surface profilée?



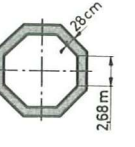
- 28 Combien faut-il de  $\text{m}^2$  d'éternit pour confectionner 3000 cales de forme triangulaire: 82 mm de base et 56 mm de hauteur?
- 29 La section d'un support forme un triangle équilatéral de 22 mm de côté. Quelle en est sa surface?

- 30 Calculer la section en: a)  $\text{mm}^2$ ; b)  $\text{cm}^2$ ; c)  $\text{dm}^2$  d'un support hexagonal de 20 mm d'entre-pans.
- 31 Déterminer la surface d'un pavillon octogonal de 5 m de côté.

- 32 Calculer la surface comprise entre les deux hexagones et par laquelle est émise la lumière de ce luminaire ornemental.

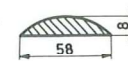
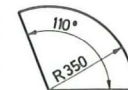
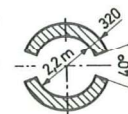
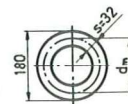
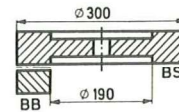


- 33 Pour ce luminaire ornemental, calculer la surface, comprise entre les deux octogones, sur laquelle il faut placer des plaques de verre acrylique. Combien de  $\text{m}^2$  de ce verre faut-il prévoir?

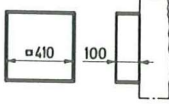
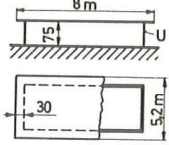
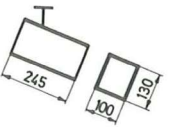
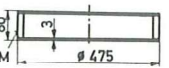
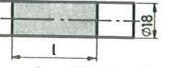
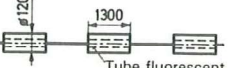
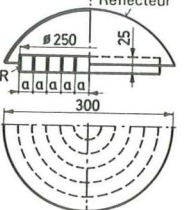


### 1.2.2 Surfaces limitées par des cercles

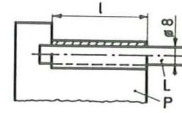
- 1 Un réflecteur a une ouverture de 155 mm de  $\varnothing$ . Calculer la surface en: a)  $\text{mm}^2$ ; b)  $\text{cm}^2$ ; c)  $\text{dm}^2$ .
- 2 Un conducteur rond en aluminium doit avoir une section de  $320 \text{ mm}^2$ . Calculer le  $\varnothing$  de ce conducteur. (Arrondir le résultat vers le haut).
- 3 Calculer les sections des conducteurs de cuivre, pour des installations de signalisations à distance, dont les  $\varnothing$  sont respectivement de: a) 0,5 mm; b) 0,6 mm; c) 0,8 mm et d) 1,0 mm.
- 4 Une cellule photo-électrique doit recevoir un faisceau lumineux de  $15 \text{ cm}^2$ . Quel en est son  $\varnothing$ ?
- 5 Calculer les sections des fils suivants et dont les  $\varnothing$  sont: a) 1,6 mm de cuivre; b) 5,2 mm d'aluminium; c) 3,5 mm de bronze; d) 0,14 mm de constantan et e) 0,074 mm de manganine.
- 6 Déterminer à 0,01 mm près, les  $\varnothing$  des conducteurs utilisés dans les installations intérieures à courant fort, soit: a)  $1 \text{ mm}^2$ ; b)  $1,5 \text{ mm}^2$ ; c)  $2,5 \text{ mm}^2$ ; d)  $4 \text{ mm}^2$ ; e)  $6 \text{ mm}^2$ ; f)  $10 \text{ mm}^2$ .
- 7 Les casseroles pour la cuisson électrique de 22, 18 et 15 cm de  $\varnothing$  ont, respectivement, une surface de chauffe utile d'un  $\varnothing$  de 180, 165 et 137 mm. Donner ces surfaces de chauffe en  $\text{cm}^2$ .
- 8 Pour les bobinages d'un transformateur, on doit utiliser des fils dont les sections sont: a)  $0,12 \text{ mm}^2$ ; b)  $0,80 \text{ mm}^2$ ; c)  $0,038 \text{ mm}^2$  et d)  $0,0028 \text{ mm}^2$ . Déterminer les  $\varnothing$  en mm à 0,01 mm près en arrondissant les résultats.
- 9 Calculer la section d'un conducteur composé de 42 fils de 0,15 mm de  $\varnothing$ .
- 10 Une corde à isolation thermoplastique est constituée par 19 conducteurs de 2,52 mm de  $\varnothing$ . Calculer la section de cette corde.
- 11 Une corde de ligne aérienne en Aldrey a une section de  $150 \text{ mm}^2$ . Elle est formée de 37 conducteurs partiels. Quels sont la section et le  $\varnothing$  d'un conducteur partiel?
- 12 Quelle est la section totale d'une corde de mise à la terre, constituée par 3192 brins de 1 mm de  $\varnothing$  et de 192 brins de 0,1 mm de  $\varnothing$ ?
- 13 Un câble d'appareil Tdv de  $16 \text{ mm}^2$  est composé de conducteurs partiels de 0,4 mm de  $\varnothing$ . De combien de conducteurs partiels ce câble est-il constitué?
- 14 Un luminaire métallique possède, dans sa partie supérieure, 6 trous de ventilation de 12 mm de  $\varnothing$ . Quelle est la section totale au travers de laquelle peut se faire la ventilation?
- 15 Calculer la surface de freinage BS, en  $\text{cm}^2$ , de ce frein à disque; BB représente la mâchoire du frein.
- 16 Un tube de cuivre de 32/24,6 mm de  $\varnothing$  est utilisé comme barre collectrice. Calculer la section conductrice.
- 17 Un tube chauffant en carbure de silicium a un  $\varnothing$  extérieur de 42 mm et un  $\varnothing$  intérieur de 32 mm. Calculer sa section.
- 18 Déterminer la section d'un tube en ciment d'amiante dont le  $\varnothing$  intérieur est de 600 mm et l'épaisseur de la paroi de 15 mm.
- 19 Une barre collectrice a une section de  $800 \text{ mm}^2$ . Quel est son  $\varnothing$  intérieur si son  $\varnothing$  extérieur est de 48 mm?
- 20 Un conducteur d'installation électrique T 16  $\text{mm}^2$  possède sur son isolation un  $\varnothing$  de 6,9 mm. Calculer: a) le  $\varnothing$  du fil conducteur; b) la section de l'isolation; c) l'épaisseur de l'isolation.
- 21 Quelle est, en  $\text{dm}^2$ , la section de cette garniture d'amiante? La solution doit être obtenue en considérant le  $\varnothing$  moyen  $d_m$  et la largeur s.
- 22 Calculer la surface de ces deux secteurs de couronne en verre coloré qui équipent une enseigne lumineuse.
- 23 Combien faut-il de  $\text{m}^2$  de tôle d'aluminium pour fabriquer 250 secteurs de cercle selon les indications du croquis?
- 24 Quelle est la section de ce fer profilé?
- 25 Une grande halle, en forme elliptique, a 52 m de long et 26,8 m de large. Calculer sa surface.



### 1.2.3 Surfaces à développer

- 1 Quelle est la longueur latérale de cette entretoise en tôle de fer de 100 mm de largeur et combien faut-il de  $\text{dm}^2$  de tôle pour la fabriquer?
- 
- 2 Combien de  $\text{m}^2$  de verre acrylique sont-ils nécessaires pour exécuter l'encadrement désigné par U?
- 
- 3 Quelle est la superficie de 1 m courant: a) d'une barre de cuivre carrée de 12 mm? b) d'une barre de cuivre rectangulaire de  $6 \times 60$  mm? Les surfaces en bouts n'interviennent pas dans les calculs.
- 4 Un luminaire (spot), de section rectangulaire est ouvert des deux côtés. Combien utilise-t-on de  $\text{dm}^2$  de tôle pour construire 100 de ces luminaires?
- 
- 5 Un tube fluorescent à haute tension a une longueur de 4,3 m et un  $\varnothing$  de 18 mm. Quelle est la superficie rayonnante de ce tube?
- 6 Ce luminaire, en verre acrylique, ne rayonne que sur son pourtour M. Quelle est cette surface rayonnante?
- 
- 7 Cette barre chauffante en carbure de silicium d'un  $\varnothing$  de 18 mm doit avoir une surface chauffante de  $370 \text{ cm}^2$ . Quelle est la longueur l qui devient incandescente?
- 
- 8 Une installation de lumière comporte 8 luminaires en verre acrylique, équipés de tubes fluorescents. Quelle est la superficie totale émettrice de lumière?
- 
- 9 Ce réflecteur est muni de 5 lamelles circulaires anti-éblouissantes, R. Calculer: a) la longueur de chacune de ces lamelles de 25 mm de largeur; b) la longueur totale de ces lamelles; c) leur surface totale en  $\text{dm}^2$ .
- 

- 10 La surface de contact soudée entre le conducteur de terre L et la plaque de terre P doit être de  $25 \text{ cm}^2$ . Déterminer la longueur l de la soudure.

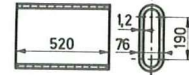


- 11 Un socle cylindrique de 320 mm de  $\varnothing$  extérieur et de 400 mm de hauteur doit être construit en tôle de fer de 4 mm d'épaisseur. Donner: a) la longueur et la largeur de la tôle nécessaire; b) sa surface en  $\text{m}^2$ .

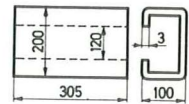
- 12 Une couverture en tôle de laiton de 2 mm d'épaisseur possède la forme donnée par le croquis. Combien de  $\text{dm}^2$  de tôle faut-il par mètre courant?



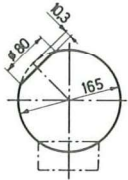
- 13 Combien faut-il de  $\text{m}^2$  de tôle pour exécuter 100 pièces selon les données du croquis?



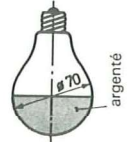
- 14 Le croquis représente le corps d'un luminaire en verre acrylique. Combien de  $\text{dm}^2$  de ce verre faut-il pour façonner 12 de ces corps?



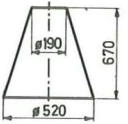
- 15 a) Quelle est la surface sphérique totale de ce spot? b) Quelle est la surface même du spot? c) Quelle est la différence en  $\text{dm}^2$  entre la surface sphérique totale et celle du spot dont l'ouverture est de 80 mm de diamètre.



- 16 Quelle est la surface de la partie argentée de cette lampe?



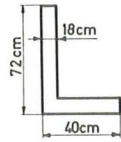
- 17 Combien faut-il de  $\text{m}^2$  d'étoffe pour confectionner 200 abat-jour selon les cotes du croquis? Ces abat-jour sont ouverts dans leur partie supérieure et inférieure.



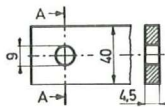


### 1.2.4 Combinaisons d'éléments de surfaces

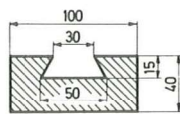
1 Quelle est la surface de cette lettre d'une réclame lumineuse?



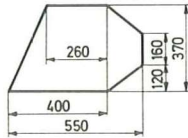
2 Calculer la section de cette éclisse sur l'axe A ... A.



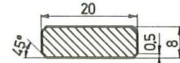
3 Quelle est la section de cette coulisse?



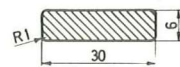
4 Combien faut-il de m<sup>2</sup> de tôle pour exécuter 5 couvercles selon le croquis?



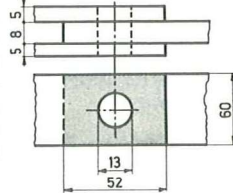
5 Quelle est la section de cette barre?



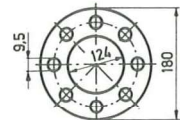
6 Calculer la section de cette barre de cuivre.



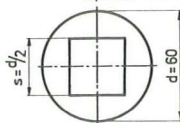
7 Le croquis représente la jonction entre des barres collectrices en cuivre. Quelle est la surface simple de contact entre ces barres?



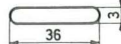
8 Quelle est la surface en cm<sup>2</sup> de ce joint d'étanchéité en amiante?



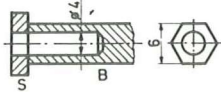
9 Déterminer la surface de ce couvercle.



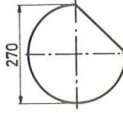
10 Un luminaire est ventilé par 32 ouvertures selon les données du croquis. Quelle est en cm<sup>2</sup>, la surface totale de ces ouvertures?



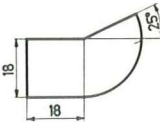
11 Calculer la surface de frottement entre la pièce B et la barre S.



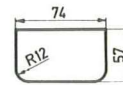
12 Combien faut-il de m<sup>2</sup> de tôle pour produire 2000 pièces selon le croquis?



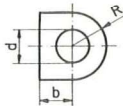
13 Calculer la surface de cette pièce de contact.



14 Quelle est, en cm<sup>2</sup>, la surface de ce clapet de ventilation?



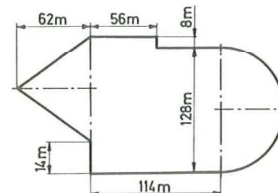
15 Déterminer la surface de cette pièce si b = d = R = 50 cm.



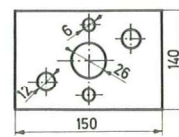
16 Déterminer: a) l'ouverture A<sub>1</sub> de ce caniveau en ciment d'amiante; b) sa section.



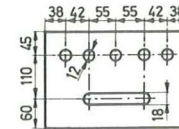
17 Pour faire le devis de l'installation d'éclairage d'une place de sports, il faut en connaître la surface. A l'aide du plan, calculer cette dernière: a) en m<sup>2</sup>; b) en a.



18 Le croquis représente une plaque-support d'interrupteur; déterminer: a) sa surface effective en cm<sup>2</sup>; b) respectivement celle, en m<sup>2</sup>, de 1500 pièces.



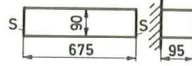
19 Déterminer la surface de cette feuille de papier durci.



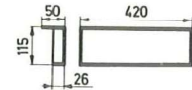
20 Quelle est la superficie de ce ruban de terre de 3 × 40 mm × 48 m? La surface latérale donnée par les 3 mm d'épaisseur n'entre pas en considération.



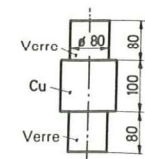
- 21 Calculer la surface rayonnante de ce luminaire de miroir. Les surfaces S des deux côtés n'entrent pas en considération.



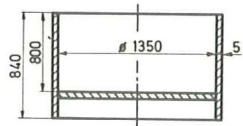
- 22 Combien de  $\text{dm}^2$  de tôle d'aluminium faut-il pour confectionner cette couverture?



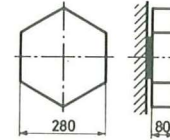
- 23 Quelle est la surface lumineuse des verres de cette applique ouverte en haut et en bas.



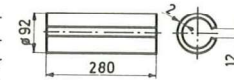
- 24 Combien faut-il de  $\text{m}^2$  de tôle pour fabriquer ce récipient?



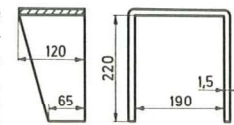
- 25 Quelle est la surface émettrice de lumière, en  $\text{dm}^2$ , de cette applique? La face contre le mur n'entre pas en considération.



- 26 Ce corps de luminaire est confectionné à partir d'une plaque de verre acrylique. Quelle est la surface de cette plaque en  $\text{dm}^2$ ?



- 27 Cette couverture en tôle de fer protège un luminaire placé à l'extérieur. Combien faut-il de  $\text{m}^2$  de tôle pour fabriquer 100 couvertures?



### 1.3 Calculs de volumes

#### 1.3.1 Volumes usuels

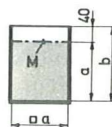
- 1 Des luminaires en verre acrylique et de formes cubiques, ont les dimensions suivantes:

Longueur des côtés, à l'extérieur, en mm	a)	b)	c)
	200	300	400
Epaisseur du verre en mm	2,5	3	3,5

Combien de litres d'air sont-ils contenus dans chaque cube?

- 2 Quel est le volume de matière nécessaire à la fabrication de 1600 contacts cubiques de 15,2 mm de côté?

- 3 Ce récipient a un fond carré. Au niveau M, il contient 85 l de liquide. Calculer les cotes a et b.



- 4 Calculer le volume d'un local chauffé à l'électricité et qui mesure  $4,2 \times 5,1 \times 2,1$  m.

- 5 Un bac à huile chauffé à l'électricité mesure  $1,8 \times 2,4 \times 0,8$  m. Il est rempli à 72%. Combien de litres d'huile ce bac contient-il?

- 6 Un four à moufle a une ouverture de  $90 \times 90$  mm et possède un volume de  $1,4 \text{ dm}^3$ . Quelle est la profondeur de ce four?

- 7 La galerie sous pression d'une usine a une longueur de 650 m et un  $\varnothing$  de 4,3 m. Calculer le volume d'eau contenu dans cette galerie.

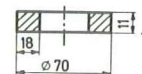
- 8 Un réservoir cylindrique en position verticale a un  $\varnothing$  de 65 cm. Le niveau du liquide s'élève à 0,92 m. Combien y a-t-il de litres dans ce réservoir?

- 9 Dans un tube de cuivre de 6 mm de  $\varnothing$  intérieur, s'écoule de l'eau à raison de 0,62 litre par seconde. Calculer la vitesse d'écoulement de l'eau en mètres par seconde.

- 10 Le réservoir d'expansion d'un transformateur doit contenir 325 l avec un  $\varnothing$  intérieur de 480 mm. Que devient la longueur de ce réservoir cylindrique?

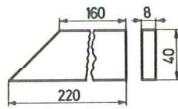
- 11 L'intérieur d'un four cylindrique doit avoir un volume de  $150 \text{ cm}^3$  avec une profondeur de 250 mm. Quelle est l'ouverture de ce four: a) en  $\text{cm}^2$ ; b) en mm de  $\varnothing$ .

- 12 Un anneau magnétique possède les cotes indiquées par le croquis. Calculer son volume en  $\text{cm}^3$ .

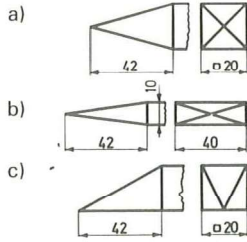


13 Un tube en matière plastique a une ouverture cylindrique de 42 mm, une épaisseur de paroi de 3 mm et une longueur de 30 m. Calculer son volume en  $\text{dm}^3$ .

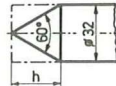
14 Quel est le volume d'acier que représente l'usinage de 4 pièces méplates selon le croquis?



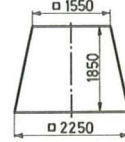
15 Calculer le volume des trois pointes données en a); b); et c).



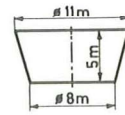
16 Sur un tour, on façonne une pointe à une barre d'acier de 32 mm de  $\varnothing$ . Il s'agit de déterminer: a) la longueur du cône h; b) le volume de la pointe; c) le volume de l'acier qui a été usiné.



17 Les 4 socles d'un pylône d'une ligne aérienne sont moulés en béton sous forme de troncs de pyramides. Combien faut-il de  $\text{m}^3$  de béton pour un pylône?



18 Un local d'exposition en forme de tronc de cône doit être chauffé à l'électricité. Combien ce local contient-il de  $\text{m}^3$  d'air?

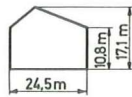


19 Calculer le volume d'acier représenté par 1000 billes sphériques dont les  $\varnothing$  sont respectivement de: a) 0,1 mm; b) 1 mm; et c) 10 mm.

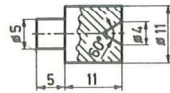
20 A partir d'une tôle d'anticorrosion de 1,5 mm d'épaisseur, il faut construire un flotteur sphérique pour un interrupteur de niveau. Le volume intérieur de la sphère doit être de  $3 \text{ dm}^3$ . Déterminer: a) le rayon de la sphère creuse; b) le  $\varnothing$  extérieur de la sphère; c) le volume de la tôle utilisée.

### 1.3.2. Combinaisons d'éléments de volumes

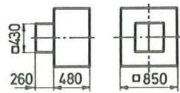
1 Dans une halle de fabrication de 64 m de longueur et d'un profil donné par le croquis, l'air doit totalement s'y renouveler toutes les demies-heures. Quelle doit être la puissance du ventilateur en  $\text{m}^3$  par heure?



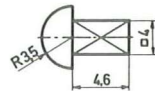
2 Quel est le volume du matériau nécessaire à la fabrication de 10 000 pièces de contact selon les indications du croquis?



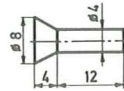
3 Calculer le volume de ce socle en verre acrylique.



4 Quel est le volume, en  $\text{mm}^3$ , du matériau nécessaire à l'exécution de cette pièce de contact?



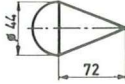
5 Calculer le volume du matériau qu'exige la fabrication de 6000 rivets selon croquis.



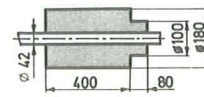
6 Quel est le volume que renferme cette maison?



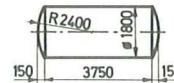
7 Quel est le volume de ce poids de fil à plomb?



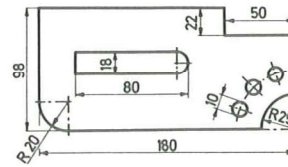
8 Le croquis montre un réservoir cylindrique traversé de part en part par un tuyau de 42 mm de  $\varnothing$ . Calculer la contenance de ce réservoir en  $\text{dm}^3$ .



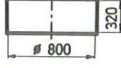
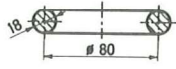
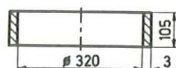
9 Déterminer la contenance de cette citerne pour liquide inflammable, en  $\text{m}^3$ .

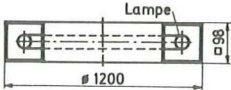


10 Quel est le volume nécessaire à la fabrication de 50 000 plaques stratifiées de 8 mm d'épaisseur?



### 1.3.3 Volumes engendrés par révolution

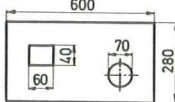
- Calculer la capacité de ce réservoir à huile: a) par la formule du volume d'un cylindre; b) par la méthode d'un volume engendré par révolution. 
- Calculer le volume de cet anneau cylindrique. 
- Combien faut-il de matériau, en cm<sup>3</sup>, pour exécuter cette couronne anti-éblouissante? 

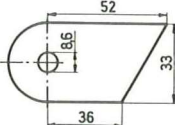
- Une lampe annulaire au néon est protégée par un anneau en verre acrylique dont l'épaisseur est de 4 mm. Calculer, en dm<sup>3</sup>, le volume intérieur de cette protection. 

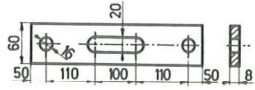
### 1.4 Calculs de masses (masse volumique $\rho$ en kg par dm<sup>3</sup>)

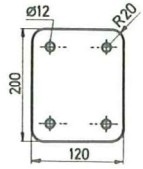
#### 1.4.1 Généralités

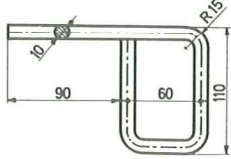
- Un bidon contient 8,2 l de benzine ( $\rho = 0,71$ ). Quelle en est la masse?
- Une boîte de câble a été remplie de 4,24 kg de compound ( $\rho = 1,22$ ). Quel est son volume en dm<sup>3</sup>?
- Un propriétaire de villa achète 5820 l de mazout. On lui facture 4801 kg. Quel est la masse volumique de ce mazout?
- Combien de tonnes représentent 3,24 m<sup>3</sup> d'huile de transformateur ( $\rho = 0,86$ )?
- Quel est le volume d'une pièce de fonte ( $\rho = 7,3$ ) qui a nécessité 7,85 t?
- Une pièce d'une masse de 4,91 kg déplace, lorsqu'on l'immerge, 2,14 l d'eau. Quel est la masse volumique de cette pièce?
- Combien pèsent 18 feuilles de papier stratifié dont chacune a un volume de 125 cm<sup>3</sup> ( $\rho = 1,48$ )?
- Une pièce d'acier pèse 94,2 kg. Donner son volume ( $\rho = 7,8$ ).
- Quelle est, en tonnes, la masse de mazout que peut contenir un réservoir de  $4,1 \times 1,8 \times 1,35$  m ( $\rho = 0,87$ )?
- Quelle est la masse des trois bagues, en bronze ( $\rho = 8,8$ ), d'un moteur triphasé? Chaque bague possède les dimensions suivantes:  $\varnothing$  extérieur: 85 mm;  $\varnothing$  intérieur: 57 mm; largeur: 18 mm.
- Une carcasse en fonte ( $\rho = 7,3$ ), de 3,25 kg a été remplacée par une carcasse de même volume en métal léger ( $\rho = 2,8$ ). Quelle est la masse de cette dernière?

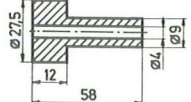
- Combien pèse cette plaque de stratifié de 5 mm d'épaisseur ( $\rho = 0,65$ )? 

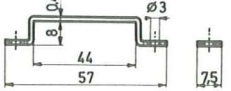
- Quelle est la masse de cette pièce en acier de 8 mm d'épaisseur? 

- Combien pèsent 20 brides en acier dont le croquis donne les cotes? 

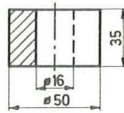
- Calculer la masse de ce couvercle en tôle de fer zingué, dont l'épaisseur est de 2,5 mm? 

- Combien pèsent 200 étriers en acier, de section ronde? 

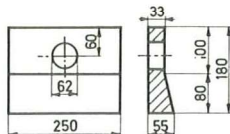
- Quelle est la masse de cette pièce en aluminium? ( $\rho = 2,7$ ). 

- Combien pèse cette bride métallique? ( $\rho = 8,7$ ). 

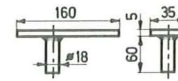
- 19 Calculer le volume de cette bague: a) selon la méthode usuelle; b) selon la méthode par révolution; c) calculer la masse de 4 de ces bagues en acier.



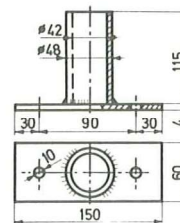
- 20 Une cale en bois a les dimensions du croquis. Combien pèse-t-elle ( $\rho = 0,45$ )?



- 21 Combien pèsent 20 pièces selon les cotes du croquis? Elles sont en acier et la masse des cordons de soudure peut être négligée.

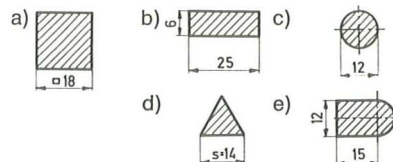


- 22 Calculer la masse de cette pièce d'appui en acier. Les cordons de soudure peuvent être négligés.



#### 1.4.2 Masse de profilés

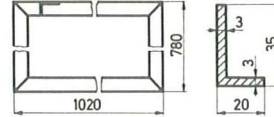
- Quelle est la masse d'un fil de cuivre de 100 m de long et de 1 mm<sup>2</sup> de section?
- On utilise pour une ligne de terre d'un téléphone: 14,5 m de fil de cuivre de 3 mm de  $\varnothing$ . Calculer sa masse.
- Une torche de fil de cuivre de 10 mm<sup>2</sup>, pèse 8,2 kg. Combien de m de fil sont-ils enroulés sur cette torche?
- Quelle est la masse d'un ruban résistant de 4 x 0,6 mm de section et de 36 m de longueur? ( $\rho = 8,2$ ).
- Déterminer la masse d'un fil de fer de 850 m de long et de 4,5 mm de  $\varnothing$ .
- Une couronne de fil de cuivre pour lignes aériennes, d'un  $\varnothing$  de 5 mm, pèse 78,2 kg. Quelle est la longueur de ce fil?
- Un câble TT de 4 x 6 mm<sup>2</sup> a une longueur de 32,4 m. Combien pèse, en kg, le cuivre de ce câble?
- Calculer la masse volumique d'un mètre courant d'un fer: a) rond de 12 mm de  $\varnothing$ ; b) carré, de 12 mm de côté; c) hexagonal, de 12 mm d'entre-pans.
- Selon une table, 3 barres carrées de 1 m, en cuivre, pèsent respectivement: a) 5,5625 kg; b) 1,068 kg; c) 2,0025 kg. Calculer la section et la longueur du côté de chacune de ces 3 barres.
- Un conducteur en cuivre est constitué par 84 fils de 0,4 mm de  $\varnothing$  chacun. Combien pèsent 120 m de ce conducteur?
- Calculer la masse des barres profilées a) b) c) d) et e) respectivement en cuivre et en aluminium. La longueur de chacune d'elles est de 5 m.



- Selon les données d'un catalogue, 100 m de tube plastique de couleur orange, de 22,5 mm de  $\varnothing$  extérieur et de 17 mm de  $\varnothing$  intérieur, pèsent 15,9 kg. Le tube gris, aux mêmes dimensions, pèse 20,8 kg. Calculer la masse volumique: a) du tube orange; b) du tube gris.
- Combien pèsent 18 m de tube de cuivre de 10 mm de  $\varnothing$  extérieur et de 8 mm de  $\varnothing$  intérieur?
- Une torche de ruban résistant de 1 x 0,1 mm de section, pèse 0,015 kg. Calculer, en m, la longueur de ce ruban si  $\rho = 7,15$ .
- Une ligne aérienne triphasée de 650 m de longueur est constituée par 3 cordes en Aldrey ( $\rho = 2,7$ ), de 95 mm<sup>2</sup> de section. Pour la même ligne on pourrait aussi utiliser du cuivre de 50 mm<sup>2</sup> de section. Que pèsent: a) les conducteurs en Aldrey; b) les conducteurs en cuivre?
- Une bobine avec un  $\varnothing$  intérieur de 72 mm et un  $\varnothing$  extérieur de 104 mm est constituée par 720 spires de fil de cuivre de 1,2 mm de  $\varnothing$ . Calculer la masse de ce fil de cuivre.
- Calculer la masse totale des conducteurs d'une double ligne triphasée de 85 km de longueur. Chaque conducteur est constitué par 8 brins de 2,2 mm de diamètre en acier, entourés de 25 brins en Aldrey de 2,8 mm de diamètre. ( $\rho$  Aldrey: 2,7).

- 18 Combien pèsent 400 m de fil TT, avec son isolation, si le diamètre du fil conducteur est de 3,6 mm et le diamètre sur la gaine isolante de 5,6 mm ( $\rho$  de l'isolation = 1,4)?

- 19 Quel est le poids de ce cadre en fer?



### 1.4.3 Masse de plaques

- 1 Combien pèse une plaque de laiton ( $\rho = 8,7$ ) de  $670 \times 2000$  mm et de 0,5 mm d'épaisseur?

- 2 D'après la liste des stocks d'une maison de métaux, on peut relever qu'une plaque de cuivre laminée de  $1000 \times 2000$  mm et de 0,8 mm d'épaisseur, pèse 14,2 kg. Quelle est la masse volumique que l'on peut déterminer selon ces données?

- 3 Une plaque de couverture en tôle d'acier ( $\rho = 7,8$ ) mesure  $800 \times 1320$  mm, avec une épaisseur de 1 mm. Combien pèse cette tôle?

- 4 Quelle est la masse volumique de l'éternit si, selon les données de la fabrique, une plaque de 7 mm d'épaisseur et de  $2,03 \times 1,22$  m pèse 34,7 kg?

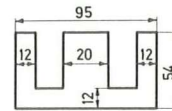
- 5 Déterminer la masse d'une plaque de stratifié ( $\rho = 1,4$ ) qui a 8 mm d'épaisseur, 920 mm de largeur et 1300 mm de longueur.

- 6 D'après les indications contenues dans un catalogue, on peut relever pour des plaques de stratifié:

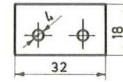
	a)	b)	c)	d)
L'épaisseur en mm	4	8	10	20
La masse en $\text{kg/m}^2$	4	7,3	8,3	17

Déterminer la masse volumique pour chaque plaque.

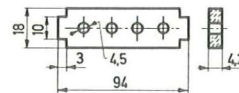
- 7 Combien pèsent 320 feuilles de ce noyau de fer? Epaisseur d'une feuille: 0,6 mm ( $\rho = 7,8$ ).



- 8 a) Calculer le matériel nécessaire en  $\text{m}^2$  pour fabriquer 2000 de ces feuilles de stratifié comme supports de bornes ( $\rho = 1,2$ ). b) Combien pèse l'ensemble de ces feuilles si l'épaisseur par unité est de 1,2 mm?

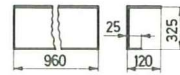


- 9 Combien pèsent 500 de ces pièces en matière céramique? ( $\rho = 2,5$ ).



- 10 Une armature de condensateur en aluminium a 32 mm de largeur, 38 m de longueur et 0,012 mm d'épaisseur. Combien pèse une telle armature?

- 11 Calculer la masse de cette couverture d'acier dont l'épaisseur est de 1,5 mm (arêtes à angle droit).



## 2 Mécanique

### 2.1 Force d'attraction (pesanteur)

Sauf avis contraire, il s'agit de la force d'attraction terrestre.

- 1 Avec quelle force un moteur électrique d'une masse de 324 kg est-il attiré par la terre?
- 2 Une charge exerce sur le câble d'une grue, une force de 412 kN. Calculer la masse de la charge.
- 3 Une force de 199,5 N est appliquée à un chariot dont la masse est de 210 kg. Déterminer l'accélération ( $\text{m/s}^2$ ).
- 4 Quelle est la force d'attraction sur une masse de 10,8 kg: a) sur la terre; b) sur la lune; ( $g = 1,63 \text{ m/s}^2$ )?
- 5 Un marteau-pilon, en position de repos, exerce sur sa base une force de 3,69 kN. Quelle est la masse de ce marteau-pilon?
- 6 Une machine de 5,18 t repose sur 4 pieds. Avec quelle force chaque pied appuie-t-il sur la terre? On admet que la masse se répartit également sur chaque pied.
- 7 Un contrepoids doit équilibrer une force de 240 N. Calculer la masse du contrepoids.
- 8 L'effet d'une charge dont la masse est de 71,8 kg est compensé par un ressort. Quelle force doit-il développer?

---

Notes

## 2.2 Mouvement rectiligne

- 1 Un piéton parcourt une distance de 12 km en  $2\frac{1}{2}$  h. Quelle est la vitesse moyenne effectuée au cours de ce déplacement?
- 2 Quelle est la distance parcourue en 1 h et 45 min par un cycliste dont la vitesse moyenne est de 24 km/h?
- 3 Une auto parcourt une distance de 28 km à une vitesse moyenne de 75 km/h. Quel est le temps nécessaire à ce déplacement?
- 4 Un coureur d'élite parcourt 100 m en 10,1 s. Quelle est la vitesse établie en m/s et km/h?
- 5 Quel temps met un avion pour relier, sans escale, Zurich à Lisbonne si la vitesse moyenne de croisière est de 880 km/h et si la distance séparant ces deux villes est de 1750 km?
- 6 Une locomotive électrique peut atteindre une vitesse maximum de 140 km/h. Quelle distance peut-elle parcourir lors d'une course d'essai de 50 min à la vitesse maximum?
- 7 A l'étape du «Tour de Suisse» de Lugano à Sion, trajet qui représente 196 km, le départ fut donné à 14 h et le premier coureur arriva au but à 19 h 10. Quelle a été la vitesse moyenne, en km/h, du coureur vainqueur?
- 8 Pour traverser l'Atlantique du Havre à New York (6500 km) un paquebot doit disposer de  $5\frac{1}{2}$  j. A quelle vitesse moyenne, en nœuds, le trajet a-t-il été effectué? 1 nœud  $\hat{=}$  1 mille marin  $\hat{=}$  1,852 km.
- 9 Entre un éclair et le bruit du tonnerre, il s'est écoulé 8,4 s. A quelle distance la foudre est-elle tombée, sachant que la vitesse du son dans l'air est de 333 m/s?
- 10 Une course cycliste à relais consiste en 3 parcours de 20 km chacun. Le trajet de plaine est parcouru par le premier cycliste en 36 min. Le trajet en montagne est parcouru par le second cycliste en 55 min. Le trajet de difficultés mixtes est parcouru par le troisième cycliste en 44 min. a) Quelle a été la vitesse moyenne de chaque cycliste? b) Quelle a été la vitesse moyenne de l'équipe des trois coureurs?
- 11 La distance moyenne de la Terre à la Lune est de 384 000 km; a) avec quel retard un signal électromagnétique émis sur la Lune est-il capté sur la Terre si l'on sait que ce signal possède la vitesse de la lumière, soit 300 000 km/s? b) Combien faut-il de temps au signal pour parvenir de Mars jusque sur la Terre soit un trajet de 226,5 Gm?
- 12 Un camion et une automobile partent en même temps de A pour atteindre B, 300 km plus loin. Le camion arrive à B, 2 h après l'automobile. Les vitesses entre le camion et l'automobile sont dans le rapport 2:3; a) Quelles sont les vitesses moyennes des deux véhicules? b) Le camion roule de A vers B et l'automobile en sens inverse de B vers A. A quelle distance de A les deux véhicules se rencontrent-ils si les départs ont été simultanés? c) Quel est le temps qui s'écoule jusqu'à la rencontre des deux véhicules?
- 13 Un avion supersonique peut atteindre une vitesse maximum de 2,2 Mach (1 Mach  $\hat{=}$  1 fois la vitesse du son); a) Quelle est alors, avec cet avion, la durée du voyage de Paris à New York (8400 km) si la vitesse moyenne est de 2 Mach? b) Pour le même trajet, un avion subsonique atteint une vitesse moyenne de 920 km/h. Combien de temps mettra-t-il pour effectuer le voyage?

## 2.3 Mouvement circulaire

- 1 La fréquence de rotation d'un moteur électrique est de 1400 tr/min. Sur son arbre est calée une poulie de 150 mm de  $\varnothing$ . Calculer la vitesse circonférentielle de cette poulie.
- 2 La vitesse de coupe d'une scie circulaire doit être de 120 m/s. Quelle doit être sa fréquence de rotation si cette scie a 420 mm de  $\varnothing$ ?



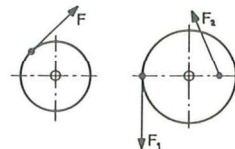
- 3 Pour une certaine sorte de balais graphités la vitesse de glissement est limitée à 50 m/s. Quel peut être alors le  $\varnothing$  maximum du collecteur d'une machine à courant continu si sa fréquence de rotation est de 3860 tr/min?
- 4 La lame d'une fraiseuse à béton fait 1200 tr/min et a un  $\varnothing$  de 67 mm. Calculer la vitesse circonférentielle de la lame.
- 5 Une pale d'hélicoptère a une longueur de 4,75 m. Quelle est la fréquence de rotation maximum du rotor si la vitesse circonférentielle à l'extrémité de la pale ne doit pas dépasser 325 m/s?
- 6 Pour tenir compte de la présence des balais, la vitesse de rotation des bagues d'un moteur est limitée à 7,5 m/s avec une fréquence de rotation de 950 tr/min. Quel est alors le  $\varnothing$  des bagues?
- 7 Une perceuse d'établi peut être réglée entre 450 et 3000 tr/min. Le  $\varnothing$  maximum de la mèche que l'on peut utiliser est de 10 mm de  $\varnothing$ . Quelles sont les deux vitesses de coupe, en m/min, obtenues avec la mèche de 10 mm?
- 8 La vitesse circonférentielle maximale d'une meule à aiguiser de 150 mm de  $\varnothing$  est de 35 m/s. Quelle est alors la fréquence de rotation?
- 9 La vitesse de déplacement d'une cabine de téléphérique est de 3,7 m/s. Quel est le  $\varnothing$  de la roue de renvoi du câble si elle fait 25 tr/min?
- 10 Calculer la vitesse circonférentielle d'une roue de ventilateur de 350 mm de  $\varnothing$  et qui est entraînée par un moteur électrique qui fait 1440 tr/min.
- 11 Une perceuse à percussion tourne, à vide, à 1076 tr/min et, en charge, à 600 tr/min; il s'agit de déterminer les vitesses circonférentielles, respectivement de coupe: a) avec une mèche de 10 mm de  $\varnothing$ ; b) avec une mèche de 12 mm de  $\varnothing$ .
- 12 Une des roues motrices d'une locomotive électrique a un  $\varnothing$  de 1,26 m; a) Quelle est sa vitesse circonférentielle à 378 tr/min? b) A quelle vitesse, en km/h, la locomotive se déplace-t-elle alors?
- 13 A la descente, un cycliste se déplace à 45 km/h. a) Quelle est la fréquence de rotation des roues d'un  $\varnothing$  de 28''? b) Quelle serait la fréquence de rotation pour des roues de 26'', en tr/min?
- 14 Quelle est la vitesse circonférentielle de la Terre à l'équateur: a) en m/s; b) en km/h si le  $\varnothing$  de la Terre est de 12 756 km?
- 15 La distance moyenne entre la Terre et le Soleil est de 148,6 Gm. Avec quelle vitesse circonférentielle la Terre tourne-t-elle autour du Soleil: a) en m/s; b) en km/h? (1 année  $\approx$  365 jours).
- 16 La vitesse circonférentielle maximale d'une meule à affûter est de 40 m/s; a) de quel  $\varnothing$  peut être cette meule si elle est entraînée à 1460 tr/min? b) Quelle est la vitesse circonférentielle de cette meule si, par usure, elle se réduit à un  $\varnothing$  de 380 mm?
- 17 Un volant a un  $\varnothing$  de 860 mm. Il est progressivement et régulièrement entraîné de 0 à 1000 tr/min: a) déterminer les vitesses circonférentielles de 100 en 100 tr/min; b) représenter graphiquement les vitesses circonférentielles en fonction des fréquences de rotation.

## 2.4 Moment de rotation et moment d'un couple

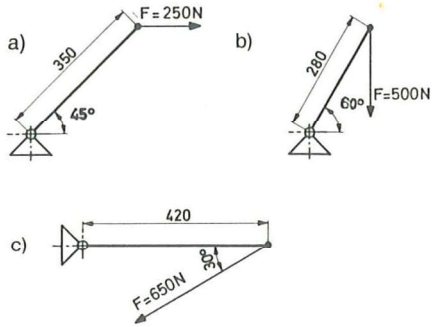
- 1 Les figures doivent être agrandies deux fois. Déterminer et marquer les bras de levier par un trait de couleur rouge. Les points d'appli-



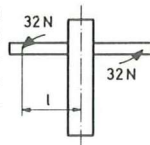
cation des forces sont représentés par un point et les points d'appui par un cercle.



- 2 Pour chacune des 3 figures, quel est le bras de levier et quel est le moment de rotation?

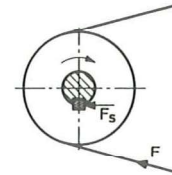


- 3 Une courroie exerce une force de 340 N par l'intermédiaire d'une poulie de 640 mm de  $\varnothing$ . Quel est le moment de rotation exercé?
- 4 La manivelle d'un treuil mesure 450 mm. On doit y développer un moment de rotation de 80 Nm. Avec quelle force faut-il manœuvrer la manivelle?
- 5 A l'aide d'une clé à canon sur laquelle on exerce deux forces de 32 N, il faut développer le moment d'un couple égal à 16 Nm. Déterminer le bras de levier l.
- 6 Quel moment de rotation peut-on développer à l'aide d'une manivelle de 380 mm de rayon et si la force appliquée est de 120 N?
- 7 A l'aide d'un volant à une poignée, il faut développer un moment de rotation égal à 184 Nm. Avec quelle force faut-il agir sur le volant qui a 265 mm de  $\varnothing$ ?
- 8 Un frein à tambour développe un moment de freinage de 248 Nm avec une force de 550 N. Quel doit être le  $\varnothing$  du tambour?

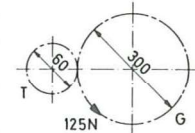


- 9 Le levier d'une clé à deux mains a une longueur de 44 cm. Cette clé est réglée pour le moment d'un couple égal à 87,5 Nm. Quelle force doit exercer chaque main pour provoquer le déclenchement du système de réglage?

- 10 Une poulie de 120 mm de  $\varnothing$  est fixée, par clavetage sur l'axe d'un moteur électrique. La courroie exerce une force de 670 N; a) quel est le moment de rotation transmis? b) quelle est la force de cisaillement  $F_s$  à laquelle est soumise la clavette placée sur l'arbre de 34 mm de  $\varnothing$ ?

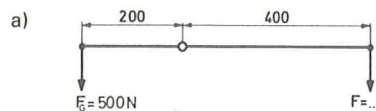


- 11 Sur une roue dentée dont le  $\varnothing$  primitif est de 80 mm, s'applique une force de 248 N. Calculer le moment de rotation.
- 12 A l'aide d'un levier, il faut produire un moment de rotation de 12 Nm; a) calculer la force nécessaire à ce moment si le bras de levier est respectivement de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 et 16 cm; b) représenter graphiquement les résultats des forces en fonction des bras de levier.
- 13 Une force de 27,5 N est exercée sur le pourtour d'un extracteur de taraud dont le rayon est de 16 mm; a) Quel est le moment de rotation développé? Ce dernier étant insuffisant, on recourt à une clé à fourche de 22 cm de longueur; b) avec la même force quel est ce plus grand moment de rotation ainsi obtenu?
- 14 Entre deux roues dentées s'exerce une force de 125 N. Les  $\varnothing$  primitifs sont respectivement de 60 et de 300 mm. T représente la roue menante et G la roue menée; a) quels sont les moments de rotation appliqués sur les deux roues? L'arbre de la roue menée mesure 42 mm; b) quel est le moment de rotation qui s'y rapporte?

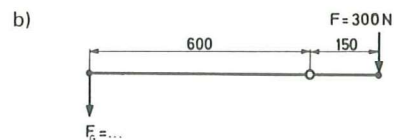


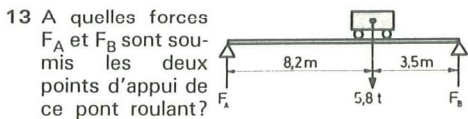
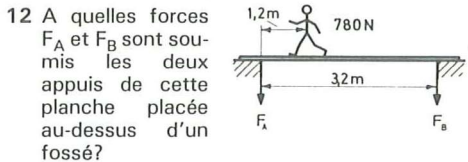
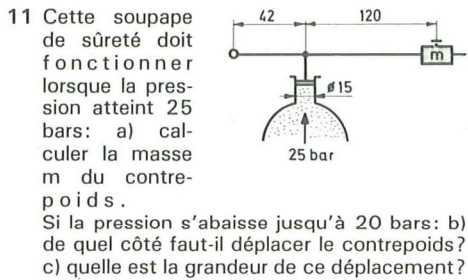
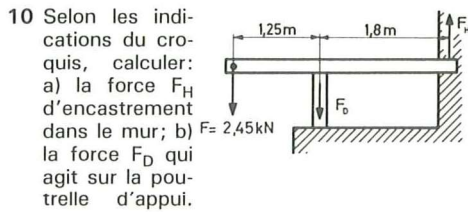
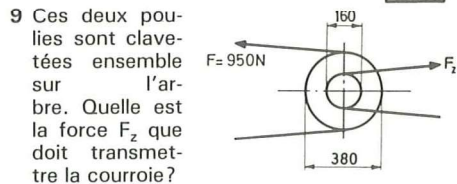
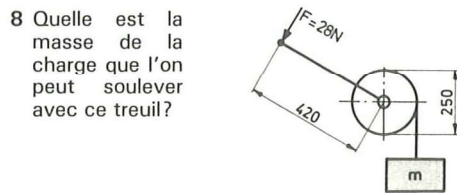
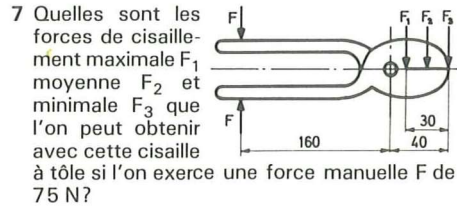
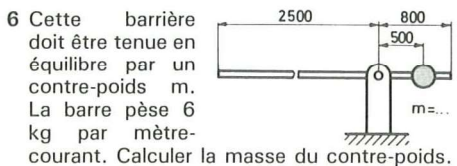
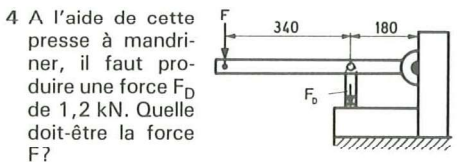
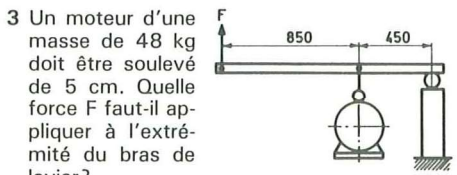
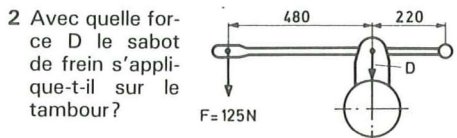
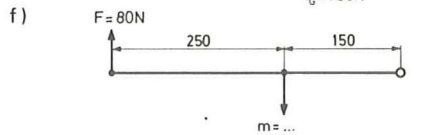
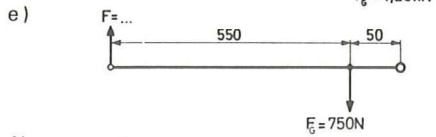
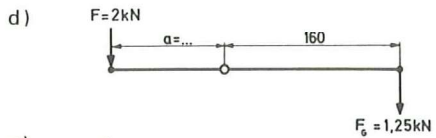
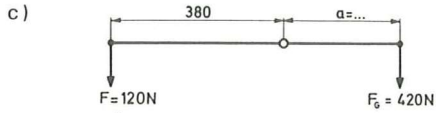
## 2.5 Leviers

- = point d'appui  
● = point d'application de la force, respectivement de la charge.

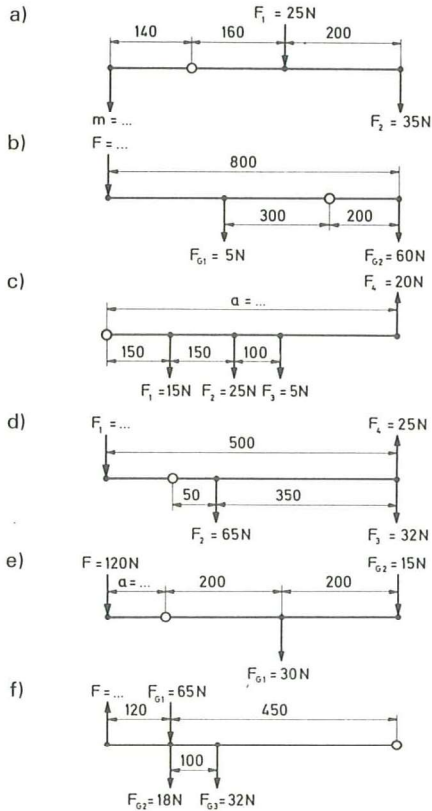


- 1 Déterminer les différentes grandeurs inconnues des leviers a), b), c), d), e) et f).

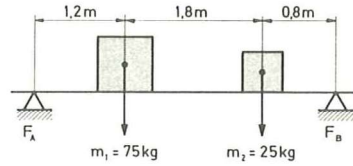




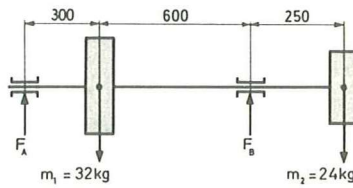
14 Déterminer les différentes grandeurs inconnues des leviers a), b), c), d), e) et f).



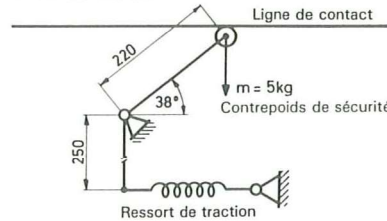
15 Quelles sont les forces  $F_A$  et  $F_B$  qui s'appliquent sur les deux points d'appui?



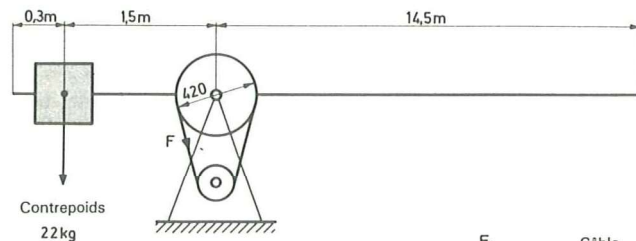
16 Quelles sont les forces  $F_A$  et  $F_B$  qui s'exercent sur les deux paliers?



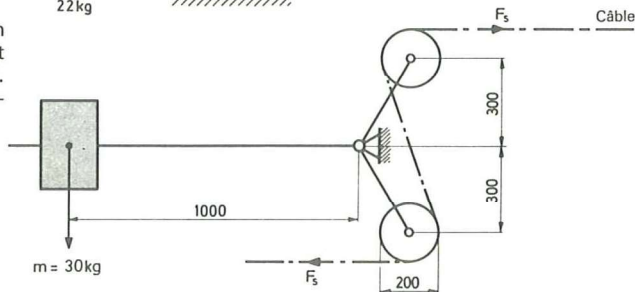
17 Le croquis représente le dispositif d'un trolley de tramway. Quelle est la force que doit développer le ressort de traction afin que la roulette de la prise du courant appuie perpendiculairement sur la ligne de contact avec une force de 80 N?



18 Une barrière avec un propre poids de 6 kg par mètre-courant est manœuvrée par une roue à chaîne. Quelle est la force  $F$  développée dans la chaîne lorsque la barrière s'ouvre?

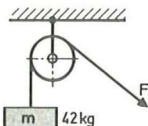


19 Le câble d'une installation de signal ferroviaire est tendu par ce dispositif. Déterminer la force de traction  $F_s$  du câble.

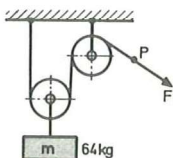


## 2.6 Engins de levage

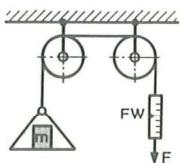
- 1 Pour lever et abaisser une charge à l'aide d'une poulie fixe, il faut, théoriquement, appliquer une force de 170 N. Avec un rendement de 95%, déterminer la force réelle à développer: a) au levage de la charge; b) à la descente de la charge.



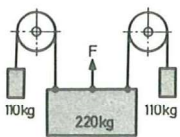
- 2 Quelle est la grandeur de la force F: a) lorsque la charge m doit être tenue en équilibre? Avec un rendement de 94% que devient cette force: b) avec une charge à lever; c) avec une charge à descendre?



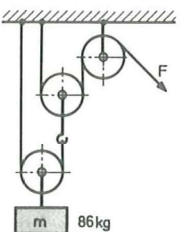
- 3 Le croquis donne l'installation d'une poulie mobile. a) Quelle est la force F qui peut maintenir la charge m en équilibre? b) La charge doit être élevée de 2,15 m; quelle est alors la force F si le rendement est de 91%. c) Quelle est la distance parcourue par le point P?



- 4 a) Quelle est la grandeur de la masse m lorsque à l'état d'équilibre, le dynamomètre FW indique 80 N? b) Quelle est l'indication du dynamomètre lorsqu'on élève la charge? c) Quelle est cette indication lorsqu'on abaisse la charge avec un rendement de 92%?



- 5 Cette porte, d'une masse de 220 kg doit être ouverte par l'effet de la force F. Déterminer cette dernière si le rendement est de 96,2%.

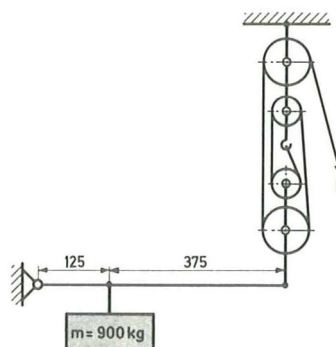


- 6 Ce système de poulies a un rendement de 86%. Il s'agit de calculer: a) la force F à la montée; b) la force F à la descente; c) le nombre de m de corde à dérouler si la charge est élevée de 0,52 m.

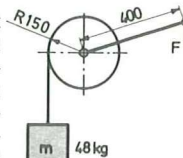
- 7 Avec un palan à 4 poulies dont le rendement est de 81%, il faut manipuler une masse de 128 kg. Déterminer la force F: a) théoriquement nécessaire; b) à la montée; c) à la descente; d) combien faut-il dérouler de m de corde si la charge doit s'élever de 0,75 m?

- 8 Pour tendre un fil de conduite aérienne, un monteur utilise un palan à 6 poulies dont le rendement est de 79%. Quelle force le monteur doit-il exercer si la tension sur le fil exige 3 kN?

- 9 Ce levier doit être tenu en équilibre avec l'emploi d'un palan dont le rendement est de 80%. Quelle est la grandeur de la force F: a) à la descente; b) à la montée?

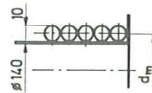


- 10 Ce treuil a un rendement de 84%. Déterminer la force F: a) théoriquement nécessaire à la montée; b) théoriquement nécessaire à la descente; c) réellement appliquée à la montée; d) réellement développée à la descente; e) quelle charge pourrait-on vraiment soulever avec la force déterminée en a)?



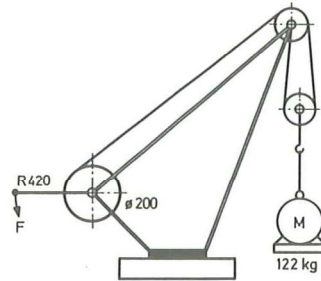
- 11 A l'aide d'un treuil dont le rendement est de 81%, il faut soulever une charge de 56 kg. Le tambour du treuil a 120 mm et sa manivelle 300 mm de rayon. a) Quelle est la grandeur de la force à la manivelle? b) De combien de m peut-on élever la charge avec 12 tours de manivelle?

- 12 Ce treuil a un rendement de 82,5%. Rayon de manivelle = 340 mm;  $\varnothing$  du tambour = 140 mm;  $\varnothing$  de la corde = 10 mm. Force à la



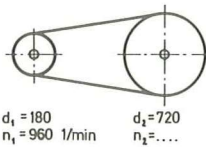
manivelle = 250 N. a) Théoriquement, quelle charge peut-on soulever? b) Quelle charge peut-on vraiment soulever? c) Combien faut-il faire de tours de manivelle si la charge doit descendre de 2,4 m?

- 13 A l'aide de cette grue de chargement il s'agit de déplacer ce moteur d'une masse de 122 kg. Le rendement est de 79%: a) calculer la force  $F$  à la manivelle; b) combien faut-il de tours de manivelle pour élever le moteur de 1,2 m?

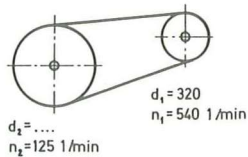


## 2.7 Transmissions à courroies

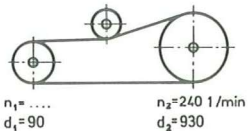
- 1 Calculer la fréquence de rotation  $n_2$  de la machine: a) sans tenir compte du glissement; b) en considérant un glissement de 2%.



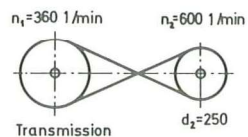
- 2 Une transmission à courroie cannelée (sans glissement) a une fréquence de rotation motrice de 540 tr/min. Déterminer le  $\varnothing$  de la roue menée.



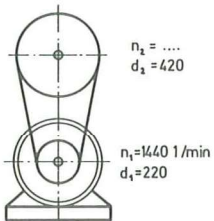
- 3 Un moteur à vitesse réglable entraîne cette transmission: a) quelle est la fréquence de rotation théorique du moteur? b) quelle est cette fréquence si le glissement est de 3%?



- 4 Calculer le  $\varnothing$  de la roue de transmission: a) sans tenir compte du glissement; b) en tenant compte du glissement égal à 2,4%.

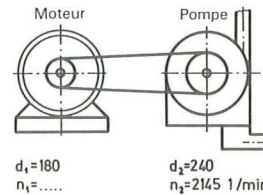


- 5 Le moteur électrique entraîne la machine par une courroie trapézoïdale: a) Quelle est la fréquence de rotation  $n_2$  de la roue menée?

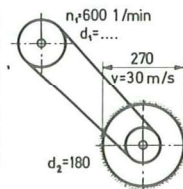


- b) Si cette roue  $d_2$  devait faire 1000 tr/min, quel en serait le nouveau  $\varnothing$ ? c) Si, à la place de modifier le  $\varnothing$  de la roue  $d_2$ , on changeait la roue motrice  $d_1$ , quel serait alors son  $\varnothing$ ?

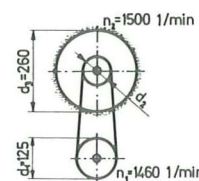
- 6 La pompe est entraînée par l'intermédiaire d'une courroie lisse. a) Quelle est la fréquence théorique de rotation du moteur? b) Quelle est la fréquence de rotation de la pompe si le glissement est de 3%? c) Quelle est la vitesse théorique de la courroie?



- 7 La meule doit avoir une vitesse périphérique de 30 m/s. Déterminer la fréquence de rotation: a) de la meule; b) de la roue  $d_2$  attenante à la meule; c) le  $\varnothing$   $d_1$  de la roue menante.

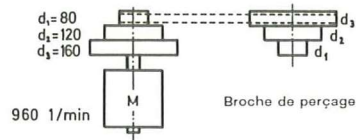


- 8 Le croquis représente l'entraînement d'une meule avec un glissement de 2,8%. Déterminer: a) le  $\varnothing$   $d_2$ ; b) la vitesse périphérique de la meule.

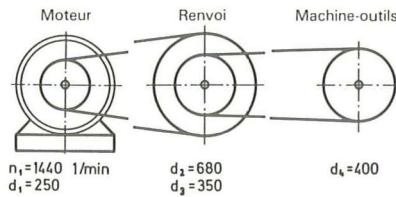


- 9 Un moteur triphasé avec une fréquence de rotation de 1436 tr/min et une poulie de 150 mm de  $\varnothing$ , doit entraîner une transmission à la fréquence de 275 tr/min. Calculer les  $\varnothing$ : a) de la roue menée; b) de la roue menée avec un glissement de 2,5%.

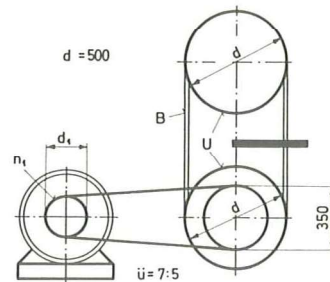
- 10 L'entraînement de cette perceuse permet d'obtenir trois fréquences de rotation; a) quelles sont-elles? b) calculer la vitesse périphérique, en m/min, d'une mèche de 30 mm de  $\varnothing$ , soumise successivement aux trois différentes fréquences de rotation; c) Quelle est la fréquence de rotation maximale de perçage avec un glissement de 1,5%?



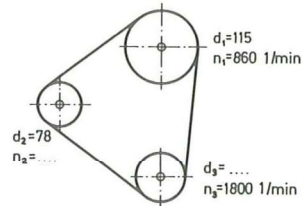
- 11 Un moteur asynchrone de 1440 tr/min, entraîne, par l'intermédiaire d'un renvoi, une machine-outils. Quelles sont les fréquences de rotation: a) du renvoi? b) De la machine-outils? Quels sont les rapports de transmission? c) Partiels; d) Globaux; e) Quelle est la fréquence de rotation de la machine-outils avec un glissement de 1,2%?



- 12 Les données d'un entraînement avec un renvoi, sont:  $d_1 = 200$  mm;  $n_1 = 1000$  tr/min;  $d_4 = 450$  mm; rapports de transmission:  $\dot{u}_1 = 5:2$ ;  $\dot{u}_2 = 3:1$ ; a) Quelles sont les fréquences de rotation  $n_2, n_3$  et  $n_4$ ? b) Calculer les  $\varnothing d_2$  et  $d_3$ ; c) Déterminer le rapport global de transmission; d) Quelle est la fréquence de rotation de la dernière poulie si le glissement est de 3,5%?

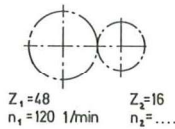


- 14 Selon ce croquis, calculer: a) la fréquence de rotation  $n_2$ ; b) le  $\varnothing d_3$ .

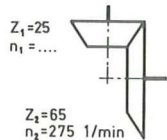


## 2.8 Transmissions par roues dentées

- 1 Une roue à 48 dents et qui fait 120 tr/min, entraîne une roue à 16 dents. a) Combien de dents de la roue menante agissent sur la roue menée, par tour? b) Pour un tour de la roue menante, combien la roue menée fait-elle de tours? c) Déterminer la fréquence de rotation de la roue menée.



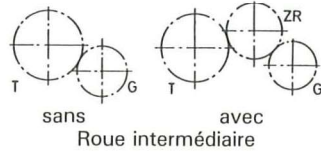
- 2 Cette transmission à engrenages coniques est constituée par une roue menante de 25 dents et une roue menée de 65 dents qui tourne à 275 tr/min. a) Quel est le rapport entre les



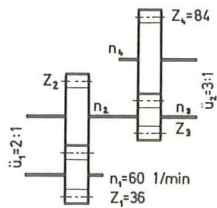
nombre de dents? b) Quel est le rapport entre les fréquences de rotation? c) Quelle règle peut-on tirer des réponses a et b? d) Quelle est la fréquence de rotation de la roue menée?

- 3 Sur un arbre moteur qui fait 125 tr/min, est fixée une roue dentée de 60 dents. a) Combien de dents doit posséder la roue menée qui doit faire 250 tr/min? b) la roue de l'arbre moteur doit être changée de telle façon que la roue menée fasse 300 tr/min; quel est alors son nombre de dents?
- 4 Un moteur à vitesse réglable porte sur son arbre une roue à 42 dents; la roue menée possède 560 dents et fait 48 tr/min. A quelle fréquence de rotation le moteur est-il réglé?

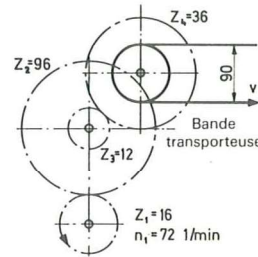
- 5 La roue menante d'une transmission a 120 dents et fait 75 tr/min. La roue menée possède 35 dents. Il s'agit de calculer les fréquences de rotation: a) de la roue menée b) de la roue menée lorsqu'une roue intermédiaire ZR de 50 dents est installée; c) quel est le rôle de la roue intermédiaire ZR?



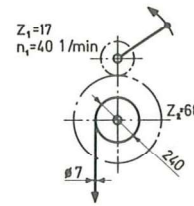
- 6 De ce double train d'engrenages, il faut: déterminer les fréquences de rotation de: a)  $n_2$ , b)  $n_3$ , c)  $n_4$ ; déterminer les nombres de dents de: d)  $Z_2$ , e)  $Z_3$ .



- 7 La poulie d'une bande transporteuse est entraînée par un double train d'engrenages. Calculer la vitesse de déplacement de la bande transporteuse.



- 8 Un treuil est complété par un train d'engrenages. Calculer la vitesse d'élévation en tenant compte de l'épaisseur de la corde.



## 2.9 Travail

- De la cave au 2<sup>e</sup> étage, un monte-charge élève 1250 kg de 9,3 m. Quel est le travail utile accompli, en J?
- Une presse a une course de 2,5 cm et produit par course un travail de 31,5 J. Calculer la force moyenne développée.
- A quelle hauteur doit-on élever un marteau-pilon de 720 kg pour que sa chute développe une énergie de 32 kJ?
- Pour se déplacer de 0,89 mm une pièce de contact a besoin d'une force moyenne de 1,13 N. Quelle est l'énergie nécessaire à cette action?
- Une énergie de 54 J est emmagasinée dans un ressort tendu. Le chemin au long duquel il exerce son travail est de 10,5 cm. Quelle est la force moyenne du ressort au cours de sa détente?
- La vanne d'une station de pompage, d'une masse de 8,9 t doit être hissée de 2,9 m; a) Quelle est l'énergie nécessaire en Nm, J et kWh? b) à quelle hauteur cette vanne pourrait-elle être hissée avec 120 kJ?
- Pour un parcours de 367 km, une locomotive électrique consomme 4200 kWh à son cro-
- chet d'attelage. Quelle est la grandeur de la force moyenne de traction?
- Lors d'un accident de circulation, une automobile de 950 kg tombe verticalement d'un pont de 18 m et se fracasse en une fraction de s sur un sol résistant. Quelle est, en kWh, l'énergie qui a détruit l'automobile?
- Le travail effectué par un cœur humain est d'environ 840 kJ par jour. A quelle hauteur pourrait-on hisser une personne de 72 kg avec cette énergie cardiaque?
- Un lac artificiel contient un volume utile de 101,7 Mm<sup>3</sup>. La hauteur de la chute d'eau est de 547 m. Quelle est l'énergie brute accumulée dans ce lac en MJ et MWh?
- Un lac artificiel renferme une énergie de 3,8 GWh. La hauteur de la chute d'eau est de 720 m. Quel est le volume utile d'eau contenu dans ce lac?
- Calculer l'énergie, en kWh et MWh, accumulée dans un bassin contenant 197 Mm<sup>3</sup> d'eau avec une chute vers l'usine hydraulique, de 854 m.
- Quelle énergie, en KJ et kWh faut-il pour pomper, à 16,2 m de hauteur, 36 800 l d'huile? ( $\rho = 0,93 \text{ kg/dm}^3$ ).



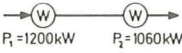
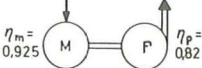
- 14 L'énergie utile contenue dans un bassin d'accumulation est de 42 GWh avec une chute d'eau de 1060 m. Calculer la contenance utile du bassin.
- 15 Une pompe élève à 18 m de hauteur 80 l/s de pétrole ( $\rho = 0,83 \text{ kg/dm}^3$ ) pendant 8 h et 20 min. Calculer l'énergie nécessaire à cette opération, en kWh.

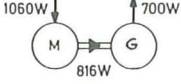
## 2.10 Puissance, généralités

- 1 Un moteur électrique a une puissance nominale de 4 kW. Exprimer cette puissance en J/s et en Nm/s.
- 2 Une machine a besoin d'une puissance de 48 kN m/s. Exprimer cette puissance en: a) J/s; b) W; c) kW.
- 3 La roue dentée clavetée sur un arbre moteur tourne à une vitesse périphérique de 3,75 m/s et développe une force de 150 N. Quelle est la puissance transmise par cette roue, en W?
- 4 Une grue soulève une charge de 12,5 t à une vitesse de 16 cm/s. Quelle est la puissance au crochet de la grue en Nm/s; J/s; W; kW?
- 5 Le piston d'une presse exerce une force de 12 kN avec une puissance de 1,8 kW. Calculer la vitesse de déplacement du piston en mm/s.
- 6 La force qui provoque le frottement dans un palier d'une génératrice est de 2,35 kN; la vitesse périphérique de l'arbre est de 1,85 m/s. Quelle est la puissance, en kW, qui est perdue dans les deux paliers?
- 7 Une locomotive électrique peut développer une puissance de 3850 kW à ses roues motrices et une force de traction de 182 kN. En fonction de ces données, calculer la vitesse de cette locomotive en m/s et km/h.
- 8 Un disque de frein a 182 mm de  $\varnothing$ . A sa périphérie la force exercée est de 120 N et la vitesse de 25 m/s. Calculer la puissance de freinage en kW.
- 9 Une grue de chantier soulève à 14 m de hauteur et en 6 s, une charge de 1,6 t. Quelle est au crochet, la puissance développée en kW?
- 10 Un moteur de 1,2 kW met 1,2 min pour déplacer un chariot sur 960 mm. Quelle est la force qui agit sur ce chariot?
- 11 Une presse hydraulique exerce sur une pièce une force moyenne de 300 kN, durant 1,8 s. Déterminer la longueur de la course si la puissance moyenne est de 17,6 kW.
- 12 Une grue d'atelier développe à son crochet une puissance de 12 kW; on y soulève 8,3 t à 4,6 m de hauteur. Quelle est la durée de ce levage?
- 13 Un ascenseur de 240 kg s'élève de 12 m en 8 s. Calculer la puissance nécessaire en kW.

## 2.11 Rendement

- 1 Un générateur de secours donne 320 kW et en absorbe 350. Calculer son rendement.
- 2 Quel est le rendement d'un générateur qui est entraîné par une turbine de 368 kW et qui rend 300 kW?
- 3 Quelle est, en kW, la puissance donnée par une pompe qui absorbe 81 kW avec un rendement de 68%?
- 4 Un convertisseur à contacts a une puissance nominale de 660 kW avec un rendement de 92%. Quelle est sa puissance absorbée?
- 5 Calculer le rendement d'une turbine qui absorbe 390 kW et qui en restitue 350?
- 6 Un moteur électrique absorbe 6 kW avec un rendement de 78%. Quelles sont, en W, les pertes de ce moteur?
- 7 Une turbine a une puissance de 560 kW avec un rendement de 90,3%. Quelles sont ses pertes, en kW?
- 8 Un redresseur prélève 620 W et possède un rendement de 76%. Combien donne-t-il de W?

- 9 Un moteur diesel de 100 kW a un rendement de 28%. Quelle puissance absorbe-t-il?
- 10 Calculer le rendement de cette ligne. 
- 11 Déterminer la puissance absorbée par une pompe de 105 kW dont le rendement est de 74%.
- 12 Un moteur électrique prélève du réseau 6,5 kW et donne à l'arbre 5 kW; a) Quel est le rendement? b) Quelles sont ses pertes en W?
- 13 Un transformateur donne 125 kW et provoque 6,5 kW de pertes; a) Quelle puissance absorbe-t-il? b) Quel est son rendement?
- 14 Une ancienne ligne aérienne de 56 km de longueur, en fils de cuivre de 5 mm de  $\varnothing$ , donnait 30 kW avec un rendement de 78%. Combien de kW absorbaient-elles au départ?
- 15 Quel est le rendement global de ce groupe? 

- 16 Un groupe convertisseur possède les caractéristiques indiquées par le croquis.  Calculer les rendements: a) du générateur G; b) du moteur M; c) global du groupe; d) déterminer les pertes totales en W.
- 17 Le moteur d'une pompe de 75 kW, a un rendement de 92,5%. Sachant que le rendement de la pompe est de 82%, calculer: a) la puissance nominale du moteur; b) le rendement global; c) les pertes totales en kW.
- 18 Une génératrice à courant continu a un rendement de 82%. Elle est entraînée par un moteur d'une puissance nominale de 8,8 kW et d'une puissance absorbée de 11 kW. Déterminer les rendements: a) du moteur; b) global du groupe; c) calculer la puissance donnée par la génératrice, en kW.

## 2.12 Puissance de turbines hydrauliques

- 1 Quelle est la puissance absorbée, en Nm/s, W et kW, d'une turbine qui reçoit 3,9 m<sup>3</sup>/s d'eau sous une chute de 460 m?
- 2 Calculer la puissance produite, en kW, par une turbine Kaplan qui, par une chute de 50 m, consomme 149,6 m<sup>3</sup>/s d'eau avec un rendement de 71,3%.
- 3 Une turbine prélève 1940 kW à une chute de 240 m. Quel est le débit d'eau absorbé?
- 4 Une turbine de 400 kW travaille sous une chute de 8,3 m et avec un rendement de 90,2%. Quel débit d'eau consomme-t-elle?
- 5 Une turbine qui prélève 3750 kW, absorbe 76 m<sup>3</sup> d'eau par s. Quelle est la hauteur de la chute?
- 6 La chute du Rhin de 21 m de hauteur débite, au minimum, 95 m<sup>3</sup>/s et 1080 m<sup>3</sup>/s, au maximum. Entre quelles limites, ces deux puissances (kW) se situent-elles?
- 7 Une turbine à bulbe, d'une puissance utile de 220 kW, absorbe 2,75 m<sup>3</sup>/s d'eau sous une chute de 9 m. Calculer le rendement de la turbine.
- 8 Une turbine a une puissance utile de 50 MW et un rendement de 87%. Calculer le débit d'eau prélevé, en m<sup>3</sup>/s, sous une chute de 450 m.
- 9 Calculer le rendement d'une turbine Kaplan d'une puissance utile de 700 kW qui, sous une chute de 28 m, reçoit 3 t d'eau par s.
- 10 Une turbine travaille sous une chute de 78 m et avec un débit d'eau de 65 m<sup>3</sup>/s. Son rendement est de 86%. Calculer la puissance utile de cette turbine.
- 11 Une usine sur le Rhin est équipée de 3 turbines Kaplan; chacune d'elles a une puissance utile de 28 000 kW et un rendement de 89%. Quel est le volume d'eau, en m<sup>3</sup>/s, absorbé par les 3 turbines si la chute mesure 11,5 m?

## 2.13 Puissance de pompes


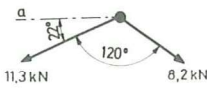
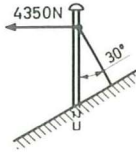
- 1 Quelle est la puissance utile d'une pompe en Nm/s et en kW si elle est capable d'élever 30 l/s d'eau, à 18 m de hauteur?
- 2 Une pompe fournit 23 kW à une hauteur de refoulement d'eau de 21,2 m. Calculer son débit.

- 3 Une pompe à huile refoule en 1 s, 32 l d'huile ( $\rho = 0,92 \text{ kg/dm}^3$ ) à une hauteur de 7,8 m. Quelle est sa puissance utile en kW?
- 4 Une station de pompage a une puissance utile de 20,8 MW. La hauteur de refoulement est de 464 m. Calculer le débit d'eau en  $\text{m}^3/\text{s}$ .
- 5 Avec une pression de 5,5 bars une pompe refoule 16 l/s d'eau. Quelle est sa puissance utile en kW?
- 6 En une seconde, il faut mettre sous une pression de 0,8 bar, 0,5 l de mercure ( $\rho = 13,6 \text{ kg/dm}^3$ ). Quelle est la puissance nécessaire en Nm/s et en W?
- 7 Quelle est la puissance qu'un moteur électrique doit donner à une pompe centrifuge qui refoule 380 l/s à une hauteur de 12 m, avec un rendement de 80%?

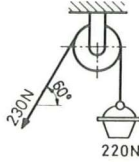
## 2.14 Puissance à partir du moment de rotation

- 1 Une transmission exerce un moment de rotation de 14,8 Nm à une fréquence de 3,2 tr/min. Quelle est la puissance développée en kW?
- 2 Un moteur shunt fait 5800 tr/min et développe 225 W. Calculer son moment de rotation.
- 3 Calculer la puissance utile, en kW, d'un moteur série qui développe un moment de 1,15 Nm à 8000 tr/min.
- 4 Quel est le moment de rotation d'un arbre qui transmet 120 kW à une fréquence de rotation de 320 tr/min?
- 5 Un petit moteur possède un arbre de 4 mm de  $\varnothing$  tournant à 180 tr/min. Le moment de rotation est de 20 Ncm. Quelle est la puissance utile de ce moteur, en W?
- 6 Une turbine à bulbe donne 7200 kW et fait 150 tr/min. Quel moment de rotation transmet-elle à la génératrice à laquelle elle est accouplée?
- 7 Un petit moteur synchrone accomplit un tour en 15 s et développe un moment de rotation de 54 m Nm. Quelle puissance en W, donne-t-il à son arbre?
- 8 Une génératrice, entraînée par un moteur diesel, a une puissance utile de 560 kW; elle tourne à 600 tr/min avec un rendement de 85%. Quel est le moment de rotation que doit développer le moteur diesel?

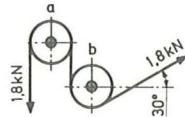
## 2.15 Forces à déterminer graphiquement

- 1 Un train de marchandises est tracté par une locomotive avec une force de 82 kN et poussé par une deuxième locomotive avec une force de 75 kN. Déterminer la force totale qui agit sur ce train.
- 2 Un avion est propulsé par un moteur à réaction avec une force de 22 kN. Avec quelle force cet avion est-il propulsé si la réaction de l'air est de 3,5 kN?
- 3 Quelle est la force que doit supporter le câble d'une grue si son crochet pèse 40 kg et que l'on accroche à ce dernier un électro-aimant de 120 kg qui lui-même attire une masse de fer de 155 kg?
- 4 Le poteau M de cette ligne aérienne rectiligne est sollicité par la force  $F_1$  de 4,35 kN du côté de la grande portée et par la force  $F_2$  de 2,95 kN du côté de la petite portée. Calculer la force que doit encore supporter ce poteau.
 
- 5 Le support est sollicité par deux forces selon les indications du croquis. a) Quel est l'effort que doit supporter la contre-fiche pour équilibrer le support; b) quel est l'angle d'implantation de la contre-fiche par rapport à l'axe a?
 
- 6 Un potelet est soumis à une force de 4350 N qui est compensée par un hauban. Déterminer les forces: a) dans le hauban; b) dans le potelet. De surcroît spécifier s'il s'agit de forces de compression ou de traction.
 
- 7 Un luminaire d'éclairage public pèse 12 kg et il est suspendu au milieu d'une portée entre deux façades de maisons distantes l'une de l'autre de 16 m. Le luminaire provoque une flèche de 1 m. Déterminer les forces dans le câble de suspension.

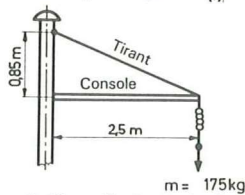
- 8 Un poids de 220 N est soulevé à l'aide d'une poulie fixe. Déterminer: a) la force qui agit sur l'axe de la poulie; b) l'angle que forme cette force avec la verticale.



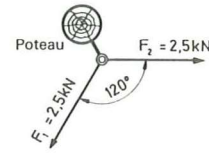
- 9 Déterminer les forces qui agissent sur les axes des poulies a et b.



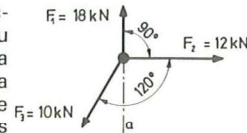
- 10 Le fil de contact d'un train régional est suspendu comme le montre le croquis. Déterminer les forces: a) dans la console; b) dans le tirant. De surcroît, spécifier s'il s'agit de forces de traction ou de compression.



- 11 Quelle est la force que doit supporter cet isolateur d'un poteau d'angle?



- 12 Lors de la construction d'un réseau aérien, un poteau a été soumis à la force de traction de 3 palans selon les indications du croquis. a) Quelle est la force résultante qui agit sur ce poteau? Un hauban devra équilibrer cette force résultante; b) Quel est l'angle formé entre l'emplacement du hauban et l'axe a?



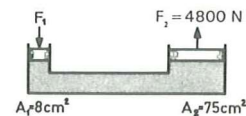
## 2.16 Pression de liquides et de gaz (masse volumique $\rho$ : en $\text{kg}/\text{dm}^3$ )

- Quels sont les différents niveaux que doivent atteindre les liquides suivants si la pression qu'ils exercent doit être de 1 bar? a) de l'eau:  $\rho = 1$ ; b) de l'huile minérale:  $\rho = 0,93$ ; c) du mercure:  $\rho = 13,6$ ; d) du pétrole:  $\rho = 0,83$ .
- Une conduite forcée d'une usine hydraulique a un  $\varnothing$  de 50 cm et une hauteur de chute de 295 m. Quelle est la pression qui est indiquée par le manomètre installé au bas de la chute et lorsque la conduite ne débite pas?
- Une citerne contient de la benzine ( $\rho = 0,71$ ). Le manomètre, branché au bas de la citerne indique 0,852 bar. Quel est le niveau atteint par la benzine?
- Le manomètre d'une conduite d'eau sous pression indique 42,5 bars. Quelle est la hauteur de chute?
- Un réservoir d'eau se trouve à 126 m au-dessus d'une installation de boiler. La pression dans cette installation ne doit pas dépasser 4 bars. Quelle est la grandeur de la pression qui doit être diminuée dans le réducteur de pression?
- Avec quelle force l'eau agit-elle sur une surface de  $1 \text{ dm}^2$  à une profondeur de 50 m?
- Une pression de 4,2 bars provoquée par du gaz, agit sur un couvercle de fermeture de 820 mm de diamètre. Quelle est la grandeur de la force qui s'exerce sur ce couvercle?
- Soumis à une pression d'huile de 13,5 bars, un piston doit développer une force de 32,8

kN. Calculer: a) la section du piston; b) le  $\varnothing$  du piston (arrondir au nombre entier supérieur).

- Le jet d'eau d'une turbine à haute chute du type Pelton, a un  $\varnothing$  de 12 cm et sa pression atteint 32 bars. Avec quelle force ce jet d'eau agit-il sur les aubes de la turbine?
- Une machine qui pèse 840 kg doit être soulevée à l'aide d'un vérin hydraulique dont le piston a un  $\varnothing$  de 60 mm. Quelle pression l'huile devra-t-elle exercer?
- Les chauffe-eau électriques sont contrôlés à la pression de 12 bars. Quelle devient alors la force qui s'exerce sur la bride qui a un  $\varnothing$  de 180 mm?
- Quelle est la force qui agit sur le fond d'un boiler de 100 l dont le  $\varnothing$  est de 480 mm? La pression de service atteint 6 bars.
- La cuve d'un transformateur dont le fond mesure  $960 \times 420 \text{ mm}$ , est remplie de pyralène ( $\rho = 1,85$ ). Le niveau s'élève à 1 m. Quelles sont: a) la pression en bar; b) la force exercée sur le fond?

- 14 A l'aide de cette presse hydraulique, il faut obtenir une force  $F_2$  de 4800 N. Déterminer la grandeur de la force  $F_1$ .



15 6 m<sup>3</sup> d'air sont comprimés dans une bouteille à une pression de 150 bars. Déterminer le volume de la bouteille.

16 Sur une bouteille à oxygène de 30 l, le manomètre indique une pression de 75 bars. Combien de litres d'oxygène reste-t-il dans la bouteille si le gaz est soutiré à la pression usuelle de 1 bar?

## 2.17 Résistance des matériaux

1 Un catalogue donne pour le cuivre les tensions de traction à la rupture, suivantes: a) cuivre mou: 200 N/mm<sup>2</sup>; b) cuivre mi-dur: 270 N/mm<sup>2</sup>; c) cuivre dur: 290 N/mm<sup>2</sup>. Quelle force faut-il pour rompre une barre de ces trois sortes de cuivre? Le  $\varnothing$  de ces barres est de 10 mm.

2 Un fil de cuivre de 6 mm de  $\varnothing$  se rompt lorsqu'il est soumis à une force de traction de 8,42 kN. Calculer la tension de rupture de ce fil de cuivre.

3 Déterminer la section d'une corde d'aluminium de ligne aérienne qui, soumise à une force de traction de 5700 N, ne doit pas être sollicitée à plus de 60 N/mm<sup>2</sup>.

4 Quelle est la force qui provoque la rupture des fils de cuivre isolés suivants: a) 1 mm<sup>2</sup>; b) 1,5 mm<sup>2</sup>; c) 2,5 mm<sup>2</sup>; d) 4 mm<sup>2</sup>; e) 6 mm<sup>2</sup> et f) 10 mm<sup>2</sup> si l'on admet une tension de rupture de 200 N/mm<sup>2</sup> et si l'on néglige l'effet mécanique de l'isolation?

5 La corde en cuivre de 150 mm<sup>2</sup> d'une ligne aérienne est tendue par une force de 24 kN. Calculer: a) la contrainte exercée sur cette corde pour la maintenir tendue; b) le coefficient de sécurité admis si la tension de rupture de cette corde est de 400 N/mm<sup>2</sup>?

6 Un hauban en fils d'acier, d'une tension de traction de 720 N/mm<sup>2</sup>, est sollicité par une force de 12,8 kN. Le coefficient de sécurité prévu est fixé à 4. Déterminer la section de ce hauban.

7 Le croquis représente la boucle de suspension d'un moteur électrique. Cette boucle ne doit supporter, au maximum, que 6,5 kN/mm<sup>2</sup>.  
a) Quelle force peut être supportée avec un diamètre de 12 mm? b) Que devient la grandeur de d si le moteur pèse 380 kg?



8 Une colonne de 28 cm de  $\varnothing$  supporte à la compression une tension de 340 N/mm<sup>2</sup>. Quelle charge peut-elle recevoir si le coefficient de sécurité est de 6?

9 Une colonne cylindrique a un  $\varnothing$  extérieur de 120 mm et une épaisseur de paroi de 10 mm; elle reçoit une charge de 25 t. Quelle est la tension de compression?

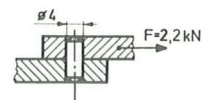
10 Une charge de 780 kg doit être également répartie entre 3 appuis de forme carrée. La tension sur le sol est limitée à 15 N/cm<sup>2</sup>. Déterminer la longueur du côté du carré des appuis.

11 Un groupe de moteurs repose sur 4 appuis de 10 x 12 cm. Quelle est la tension sur le sol, en N/cm<sup>2</sup>, si le groupe pèse 860 kg?

12 Le charbon d'un balai mesure 6 x 42 mm et il doit appuyer sur le collecteur avec une tension de 16 N/cm<sup>2</sup>. Quelle force le ressort du balai doit-il développer?

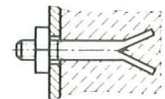
13 Une station transformatrice aérienne est installée entre deux supports de 21 cm de  $\varnothing$ . Les masses qui entrent en considération sont: transformateur: 380 kg; sectionneurs: 65 kg; construction métallique: 42 kg. Quelle est la tension de compression qui se manifeste dans les supports?

14 Quelle est la tension de cisaillement qui s'exerce sur ce rivet?



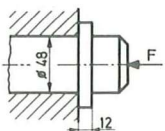
15 Quelle force faut-il pour couper, d'un seul coup, une plaque de cuivre d'une section de 4 mm d'épaisseur et de 800 mm de largeur si la tension de cisaillement est de 34 kN par cm<sup>2</sup>?

16 Quatre boulons de scellement doivent supporter une force de cisaillement de 28,5 kN. Quel doit être le  $\varnothing$  minimum de chaque boulon si la tension admissible est de 120 N/mm<sup>2</sup>?



17 Combien faut-il de rivets de 6 mm de  $\varnothing$  pour supporter une force de cisaillement de 7600 N et si la tension admissible est 96 N/mm<sup>2</sup>?

18 Quelle est la force axiale F que peut supporter cette butée si la tension de cisaillement ne doit pas dépasser 118 N/mm<sup>2</sup>?



19 Quelle force faut-il pour poinçonner un trou de 5 x 18 mm dans une tôle de 3 mm d'épaisseur si on admet une tension de cisaillement de 560 N/mm<sup>2</sup>?

### 3 Courant continu

#### 3.1 Densité de courant

- 1 Calculer les densités de courant des conducteurs des installations intérieures de 1 à 16 mm<sup>2</sup> quand ils sont soumis à leur intensité nominale maximum.
- 2 Un fil de bobinage doit supporter un courant de 82 A. Quelle section faut-il prévoir avec une densité de courant de 2,9 A/mm<sup>2</sup>?
- 3 Un câble de 16 mm<sup>2</sup> doit être chargé momentanément par une densité de courant de 18 A/mm<sup>2</sup>. Quel est le courant qui en découle?
- 4 Un démarreur d'automobile de 0,6 kW absorbe, lors d'un essai en position de blocage, un courant de 430 A. Quelle est la densité du courant dans le câble de 35 mm<sup>2</sup> qui relie la batterie d'accumulateur au démarreur?
- 5 La roue polaire d'une génératrice reçoit un courant d'excitation de 285 A par l'intermédiaire des balais et des bagues. Quelle doit être la section des balais si la densité du courant est de 12 A/cm<sup>2</sup>?
- 6 Une bobine d'excitation est constituée par du fil d'aluminium de 2,5 mm de  $\varnothing$  qui ne peut supporter, au maximum, que 2,2 A/mm<sup>2</sup>. Déterminer le courant qui en résulte.
- 7 Les courants de fusion d'un fil de 0,1 mm de  $\varnothing$  sont pour: a) le cuivre: 2,8 A; b) l'argent: 3,1 A; c) l'aluminium: 2,4 A. Calculer les densités de courant de fusion respectives.
- 8 On attribue au conducteur qui alimente le démarreur d'une automobile, une densité de courant de 20 A/mm<sup>2</sup>. Dans un certain cas, un câble de 35 mm<sup>2</sup> a conduit un courant de 17,8 A/mm<sup>2</sup>. Quels sont les courants: a) dans ce dernier cas; b) maximum admissible?
- 9 Un balai de charbon rond conduit un courant de 3,2 A avec une densité de courant de 8,5 A/cm<sup>2</sup>. Déterminer le  $\varnothing$  de ce charbon.
- 10 Le courant d'un coup de foudre est de 18,3 kA. Le conducteur parcouru par la foudre a un diamètre de 4,8 mm. Quelle est la densité de courant?
- 11 Une barre collectrice cylindrique en cuivre de 40/36 mm de diamètres peut être chargée de 2,38 A/mm<sup>2</sup>. Calculer le courant qu'elle peut conduire.
- 12 La densité de courant pour un fil de relais de 0,12 mm de  $\varnothing$ , est de 3,4 A/mm<sup>2</sup>. Quel est le courant qui alimente ce relais?
- 13 Selon les cas et concernant les possibilités de charge d'un câble en cuivre de 95 mm<sup>2</sup>, on trouve dans une table, les renseignements suivants:

	a)	b)	c)	d)
Cas:	1	2	3	4

Courant nominal en A: 460 335 295 295  
Calculer la densité de courant selon ces différents cas.
- 14 Un câble est à 4 conducteurs. Chacun d'eux est constitué par 19 fils de 2,84 mm de  $\varnothing$ . Dans un certain cas, il peut conduire 340 A si la corde est en cuivre et 265 A si la corde est en aluminium. Calculer les densités de courant dans les cordes: a) de cuivre; b) d'aluminium. De combien de pour cent le câble d'aluminium est-il moins chargé que le câble de cuivre?

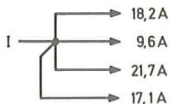
#### 3.2 La loi d'Ohm

- 1 Quel est le courant qui parcourt le corps de chauffe d'un boiler si sa résistance est de 40,5  $\Omega$  sous 220 V?
- 2 Une résistance additionnelle de 3,82  $\Omega$  est traversée par un courant de 16,5 A. Quelle est la grandeur de la tension qui règne entre ses deux bornes?
- 3 Une opération de nickelage s'effectue avec un courant de 18 A sous 8 V. Calculer la résistance de l'électrolyte.
- 4 Quel est le courant dans un microphone à charbon de 60  $\Omega$  de résistance si la tension aux bornes est de 4,82 V?
- 5 La plaquette signalétique d'une résistance indique: 165  $\Omega$ -2,5 A. Quelle tension faut-il appliquer à cette résistance pour obtenir le courant nominal?
- 6 Une lampe à arc fonctionne avec 48 V et 62 A. Quelle est la résistance de l'arc électrique?

- 7 La mesure de la résistance de l'enroulement primaire d'une bobine d'allumage donne  $2,8 \Omega$ . Quel est le courant qui s'écoule si la tension est de  $11,9 \text{ V}$ ?
- 8 Un courant de  $39,5 \text{ A}$  s'écoule au travers d'une bougie incandescente de moteur diesel dont la résistance est de  $0,0432 \Omega$ . Quelle est la tension appliquée à cette bougie?
- 9 L'enroulement inducteur d'une petite génératrice est parcouru par un courant de  $3,15 \text{ A}$  sous  $5,8 \text{ V}$ . Déterminer la résistance de cet enroulement.
- 10 La spirale à incandescence d'un allumecigares a une résistance de  $0,424 \Omega$ . Il s'agit de déterminer la grandeur du fusible de protection de cet appareil qui fonctionne sous  $6,5 \text{ V}$ .
- 11 A une grande résistance de  $16 \text{ k}\Omega$  règne une tension de  $185 \text{ V}$ . Calculer le courant en mA.
- 12 Un fil dont la résistance est de  $86 \text{ m}\Omega$  est parcouru par un courant de  $12 \text{ A}$ . Quelle est la tension appliquée?
- 13 Si l'on applique  $12,9 \text{ V}$  à une résistance de déparasitage d'un fil d'allumage, on mesure le passage d'un courant de  $0,92 \text{ mA}$ . Quelle est la grandeur de cette résistance, en  $\text{k}\Omega$ ?
- 14 Combien de mA s'écoulent dans une résistance de  $11,5 \text{ k}\Omega$  dont la tension est de  $287,5 \text{ V}$ ?
- 15 Un électrolyseur est traversé par un courant de  $6600 \text{ A}$  sous une tension de  $1,65 \text{ V}$ . Quelle est sa résistance en  $\text{m}\Omega$ ?
- 16 Un courant de  $9,2 \text{ mA}$  parcourt une résistance de  $14,5 \text{ k}\Omega$ . Calculer la tension.
- 17 Quelle est la grandeur de la résistance d'une bobine d'un relais à courant continu qui est parcourue par un courant de  $107 \text{ mA}$  sous  $12 \text{ V}$ ?
- 18 La tension entre le corps de chauffe d'un appareil et sa masse est de  $224 \text{ V}$ . La résistance de l'isolation est de  $1,26 \text{ M}\Omega$ . Calculer le courant de fuite.
- 19 Calculer la tension appliquée à une grande résistance de  $2,6 \text{ M}\Omega$ , parcourue par un courant de  $560 \mu\text{A}$ .
- 20 Avec une tension de  $10,2 \text{ kV}$  un parasurtension conduit à la terre un courant de  $10,4 \text{ kA}$ . Quelle est alors la résistance qui se manifeste?

### 3.3 Courants dérivés

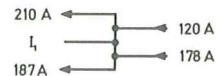
- 1 Calculer l'intensité et déterminer le sens du courant  $I$  dans le conducteur d'amenée.



- 2 Quelle est l'intensité du courant dans une barre collectrice qui récolte les courants partiels suivants:  $802 \text{ A}$ ,  $1027 \text{ A}$ ,  $189 \text{ A}$ ,  $503 \text{ A}$  et  $992 \text{ A}$ ?
- 3 D'un fusible d'automobile partent les dérives suivantes: essuie-glace, en position deux,  $2,8 \text{ A}$ ; moteur du ventilateur de climatisation,  $2,3 \text{ A}$ ; deux phares de recul à raison de  $1,25 \text{ A}$  chacun. Quelle est l'intensité du courant qui traverse ce fusible?
- 4 A bord d'une automobile à l'arrêt, des appareils sont enclenchés et prennent respectivement les courants suivants: 2 phares de croisement à  $3,33 \text{ A}$  chacun; 2 feux de stationnement à  $0,33 \text{ A}$  chacun; 2 lampes de signa-

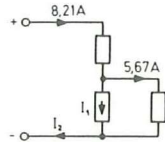
lisation et 2 lampes de la plaque minéralogique à  $0,4 \text{ A}$  chacune; 4 lampes d'instruments à  $0,25 \text{ A}$  chacune; 1 lampe d'intérieur à  $0,5 \text{ A}$  et 1 poste de radio à  $2,5 \text{ A}$ . Quelle est l'intensité du courant fourni par la batterie d'accumulateurs?

- 5 Déterminer la grandeur et le sens du courant  $I_1$ .

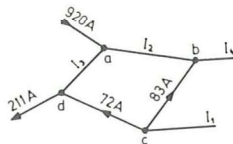


- 6 Les courants suivants affluent à une borne:  $12,1 \text{ A}$ ;  $9,3 \text{ A}$ ;  $48,2 \text{ A}$  tandis que  $76,1 \text{ A}$  et  $17,8 \text{ A}$  s'en échappent. Déterminer l'intensité du courant et son sens dans le sixième conducteur qui est raccordé à cette borne.
- 7 La génératrice d'une automobile délivre un courant de  $24,2 \text{ A}$  à partir duquel sont prélevés:  $3,6 \text{ A}$  pour l'allumage;  $9,8 \text{ A}$  pour l'éclairage et  $5,5 \text{ A}$  pour l'essuie-glace. Quel est le courant que reçoit encore la batterie?

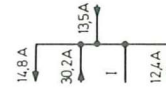
- 8 Déterminer les courants  $I_1$  et  $I_2$ .



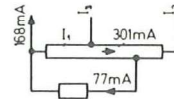
- 9 Déterminer les courants  $I_1, I_2, I_3$  et  $I_4$ .



- 10 Calculer l'intensité du courant  $I$  et déterminer son sens.



- 11 Déterminer les courants  $I_1, I_2$  et  $I_3$ .



### 3.4 Résistivité et conductivité

- Quels sont les résultats que l'on obtient en multipliant entre elles, la résistivité  $\rho$  (en  $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ) d'une part et la conductivité  $\gamma$  (en  $\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$ ) d'autre part, des matériaux suivants:
  - cuivre:  $\rho = 0,0175$ ,  $\gamma = 57$
  - réhostan:  $\rho = 0,485$ ,  $\gamma = 2,06$
  - nichrome:  $\rho = 1,08$ ,  $\gamma = 0,926$
- Calculer la conductivité d'une barre en carbure de silicium dont la résistivité est de  $1114 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ .
- Calculer la résistivité d'un fil de carbone dont la conductibilité est de  $0,0285 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ .

- La résistivité du cuivre à  $120^\circ \text{C}$  est de  $0,0245 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ . Calculer la conductivité correspondante.
- La conductivité d'une solution de sulfate de cuivre à 5% et de  $3,21 \mu\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$ . Calculer la résistivité correspondante.
- Calculer la conductivité d'un fil de laiton qui a une résistivité de  $0,075 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ .
- La résistivité d'un balai en charbon est de  $55 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ . Calculer sa conductivité.
- La résistivité d'une solution d'acide sulfurique à 10% est de  $0,0255 \text{ M}\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ . Calculer la conductivité correspondante.

### 3.5 Résistance des conducteurs

- Calculer la résistance de 100 m de fil d'installation en cuivre de  $16 \text{ mm}^2$ .
- Une barre de carbure de silicium a 32 mm de  $\varnothing$  et une longueur de 915 mm. Sa résistance est de  $1,05 \Omega$ . Calculer la résistivité de ce matériau.
- Avec un ohmmètre, un monteur mesure la résistance d'une torche de fil de cuivre de  $2,5 \text{ mm}^2$  avec isolation T et relève  $0,42 \Omega$ . Combien y a-t-il de m enroulés dans cette torche?
- Un conducteur d'une colonne montante de 52 m de long peut opposer une résistance d'environ  $0,062 \Omega$ . a) Quelle est sa section théorique? b) Quelle est la section normalisée que l'on admettra?
- Les enroulements d'une bobine d'allumage d'automobile a les caractéristiques suivantes; au primaire: fil de cuivre de 0,85 mm de

$\varnothing$  et long de 28,6 m; au secondaire: fil de cuivre de 0,075 mm de  $\varnothing$  et long de 1780 m. Calculer les résistances: a) de l'enroulement primaire; b) de l'enroulement secondaire.

- Dans une génératrice d'automobile, il faut remplacer une bobine inductrice dont le fil de cuivre a 0,7 mm de  $\varnothing$  et dont la résistance est de  $1,65 \Omega$ . Combien faut-il de m de fil pour reconstituer cette bobine?
- Pour tenir compte de l'échauffement et de la chute de tension, la ligne d'un rhéostat de démarrage de 0,6 kW, 6 V ne devrait pas dépasser une résistance de  $0,000425 \Omega$ . Calculer la section de cette ligne en cuivre, longue de 0,85 m.
- Calculer la résistance d'une ligne téléphonique aérienne (aller et retour), longue de 1,82 km et dont les conducteurs sont en fil de bronze de 3 mm de  $\varnothing$ .



- 9 Les normes pour un câble à basse tension prévoient une résistance maximum de  $0,527 \Omega/\text{km}$  à  $20^\circ \text{C}$  pour un conducteur en cuivre étamé de  $35 \text{ mm}^2$ . Quelle est la résistivité qui découle de ces données?
- 10 On a constitué une bobine de  $1,8 \Omega$  avec du fil de cuivre de  $1,8 \text{ mm}$  de  $\varnothing$ . Combien a-t-on utilisé de m de fil?
- 11 Une ligne à 2 fils pour télécommande, a une longueur de  $120 \text{ m}$ ; pour limiter la chute de tension à une certaine valeur, sa résistance ne doit pas dépasser  $2,1 \Omega$ . a) Quelle est la section donnée par le calcul? b) Quelle est la section normalisée que l'on admettra?
- 12 Calculer la résistance d'un des conducteurs d'un câble de  $3 \times 16 \text{ mm}^2$ , cuivre, long de  $82 \text{ m}$ .
- 13 Un bâton en charbon a  $6 \text{ mm}$  de côté et  $600 \text{ mm}$  de longueur. Sa résistance s'élève à  $1,05 \Omega$ . Déterminer la résistivité de ce charbon.
- 14 Une résistance de chauffe doit avoir  $44 \Omega$ . Elle est constituée par du fil de  $1,2 \text{ mm}$  de  $\varnothing$  dont la résistivité est de  $0,91 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ . Combien faut-il de m de ce fil?
- 15 Une barre d'aluminium de  $12 \text{ m}$  de longueur doit avoir une résistance de  $0,375 \text{ m}\Omega$ . Calculer sa section.
- 16 Une ligne à haute tension de  $3 \times 380 \text{ kV}$  a une longueur de  $50 \text{ km}$ . Les conducteurs sont constitués par de l'Aldrey ( $\rho=0,0328 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ) d'une section de  $600 \text{ mm}^2$ . Calculer la résistance d'un conducteur.
- 17 La bobine d'un relais possède un fil de cuivre de  $0,05 \text{ mm}$  de  $\varnothing$  et a une résistance de  $11,2 \text{ k}\Omega$ . Combien de m de fil ont-ils été nécessaires pour construire cette bobine?
- 18 Le lacet d'un raccordement de mesure à distance a  $520 \text{ m}$  de longueur; le fil de cuivre a un  $\varnothing$  de  $0,8 \text{ mm}$ . Calculer les résistances: a) d'un fil; b) du lacet.
- 19 Combien faut-il de m de fil résistant ( $\rho=0,707 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ) de  $0,03 \text{ mm}$  de  $\varnothing$  pour un rhéostat dont la résistance est de  $6250 \Omega$ ?
- 20 Un fil de  $1 \text{ mm}^2$  et de  $35 \text{ cm}$  de longueur présente une résistance de  $0,1697 \Omega$ . Calculer: a) sa résistivité; b) sa conductivité.
- 21 La mesure de la résistance d'un fil de  $1 \text{ m}$  de long et de  $0,65 \text{ mm}$  de  $\varnothing$ , donne  $1,25 \Omega$ . a) Calculer la résistivité; b) De quel matériau s'agit-il?
- 22 Un câble de cuivre de  $25 \text{ mm}^2$  de section et de  $140 \text{ m}$  de longueur doit être remplacé par un câble en aluminium de même résistance; a) calculer la section de ce câble en aluminium; b) quelle est la section normalisée à adopter?
- 23 Calculer la résistance d'un câble souple pour appareil à souder, constitué de  $798$  fils en cuivre de  $0,2 \text{ mm}$  de  $\varnothing$  et de  $5 \text{ m}$  de longueur.
- 24 Le  $\varnothing$  moyen des spires d'une bobine de tension est de  $35 \text{ mm}$ . Elle est constituée par  $2800$  spires de  $0,65 \text{ mm}$  de  $\varnothing$  en cuivre. Calculer la résistance de cette bobine.
- 25 Un câble téléphonique présente, en boucle,  $340 \Omega$  (aller-retour). Il est constitué par du fil de cuivre de  $0,6 \text{ mm}$  de  $\varnothing$ . Calculer la longueur du câble.
- 26  $40 \text{ m}$  de câble Td sont enroulés sur un tambour. Un conducteur en cuivre est formé de  $42$  fils de  $0,15 \text{ mm}$  de  $\varnothing$ . Calculer la résistance de la boucle (aller-retour).
- 27 La mesure de la résistance d'une bobine en cuivre donne  $32 \Omega$ . Le  $\varnothing$  du fil est de  $0,22 \text{ mm}$ . Le  $\varnothing$  moyen des spires est de  $20 \text{ mm}$ . Calculer: a) la longueur du fil; b) le nombre de spires.

### 3.6 Résistance et conductance

- 1 Quelle est la conductance d'une résistance de  $11,2 \Omega$ ?
- 2 Une ligne aérienne a une conductance de  $0,428 \text{ S}$ . Quelle est sa résistance?
- 3  $100 \text{ m}$  de fil d'installation de  $1,5 \text{ mm}^2$  en cuivre présente une résistance de  $1,17 \Omega$ . Quelle est la conductance?
- 4 Un câble à 2 conducteurs a une conductance de  $2,33 \text{ S}$ . Calculer la résistance de ce câble qui est bouclé (aller-retour).
- 5 Calculer la conductance d'une colonne montante dont la résistance est de  $84 \text{ m}\Omega$ .
- 6 La conductance d'une barre collectrice est de  $1680 \text{ S}$ . Quelle est sa résistance en  $\text{m}\Omega$ ?

- 7 L'indication d'une résistance donne 6,8 k $\Omega$ . Quelle est la conductance correspondante?
- 8 Exprimer la résistance d'une conductance de 4,35 mS.
- 9 Le chemin d'une étincelle rampante a une résistance de 16 000  $\Omega$ . A quelle conductance cette résistance correspond-elle?
- 10 Le conducteur d'une ligne à haute tension a une résistance de 2,5 m $\Omega$ . Calculer sa conductance.

### 3.7 Conductance de conducteurs

- 1 Calculer la conductance de 1 km des fils téléphoniques en cuivre dont les  $\varnothing$  sont: a) 0,4 mm; b) 0,6 mm; c) 0,8 mm; d) 1,0 mm.
- 2 Une colonne montante, constituée par 2 conducteurs en cuivre, a 18,5 m de longueur. Sa conductance (aller et retour) ne doit pas dépasser 24,5 S. a) Quelle est la section minimum à prévoir. b) Quelle est la section normalisée à adopter?
- 3 Calculer la conductance d'un conducteur d'une ligne aérienne en Aldrey de 12,2 km de longueur et de 147 mm<sup>2</sup> de section ( $\gamma = 30,5 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ ).
- 4 Un fil résistant en manganine a une conductance de 0,147 S. Quelle est la longueur du fil si son  $\varnothing$  est de 1 mm?
- 5 Un corps de chauffe est constitué par un fil résistant de 22 m de longueur et de 0,7 mm de  $\varnothing$ . Calculer la conductance de ce corps de chauffe. ( $\gamma = 1,22 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ ).
- 6 Un conducteur d'une section de 2,5 mm<sup>2</sup> a une longueur de 42 m et une conductance de 3,4 S. a) Calculer sa conductivité. b) De quel matériau le conducteur est-il constitué?
- 7 La conductance d'une ligne bifilaire de 21 m de longueur et de 0,75 mm<sup>2</sup>, est de 71,43 mS. Calculer la résistivité de cette boucle.
- 8 Un câble en cuivre de 50 mm<sup>2</sup> de section a une longueur de 85 m et une résistance par conducteur de 29,75 m $\Omega$ . a) Calculer la conductance d'un câble en aluminium de même longueur et de même section. b) De combien de pour cent la conductance du câble en aluminium est-elle plus faible que celle du câble en cuivre?

### 3.8 Influence de la température sur la résistance

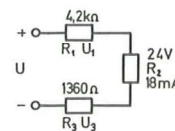
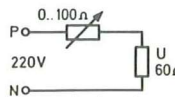
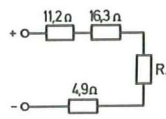
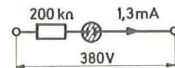
- 1 Une bobine de transformateur, en cuivre, présente une résistance de 18  $\Omega$  à 20°. Lorsque la température s'élève à 85° que deviennent: a) l'augmentation de la résistance; b) la résistance à 85°?
- 2 Une résistance en constantan a 0,0184  $\Omega$  à 20°. Que devient cette résistance à 3°?
- 3 La résistance d'un balai en charbon est de 6,1 m $\Omega$  à 20°. Quelle est sa résistance à 56°? ( $\alpha = -0,0018 \Omega/\Omega^\circ \text{C}$ ).
- 4 Le conducteur en cuivre d'un câble de 95 mm<sup>2</sup> possède, à 55°, une résistance de 0,163  $\Omega$ . Déterminer la résistance de ce conducteur pour une température de 20°.
- 5 Calculer le coefficient de température d'un enroulement rotorique qui, à 20°, oppose une résistance de 2,317  $\Omega$  et à 71°, une résistance de 3,063  $\Omega$ .
- 6 L'enroulement statorique en cuivre d'une génératrice a une résistance de 7,64 m $\Omega$  à 20° et de 9,847 m $\Omega$  à un état plus chaud. Quelle est alors la température de l'enroulement?
- 7 Calculer la résistance d'un fil en cuivre d'une ligne aérienne à une température de 52° si la résistance à froid (15°) est de 9,89  $\Omega$ .
- 8 Une barre collectrice en cuivre a une résistance de 0,442 m $\Omega$  à une température de 20°. Quelle est cette résistance à -18°?
- 9 Une conduite en aluminium possède une résistance de 0,23  $\Omega$  à -10°. Quelle est cette résistance à 20°?
- 10 Un élément de chauffage a une résistance de 40,2  $\Omega$  à une température de 20°. A 950° sa résistance s'est élevée à 48,4  $\Omega$ . Déterminer le coefficient de température du matériau utilisé.
- 11 Une bobine en cuivre a une résistance de 17  $\Omega$  à une température de 20°. Après échauffement, la résistance s'élève à 20,6  $\Omega$ . Quelle est la température de la bobine à l'état chaud?
- 12 Un fil résistant en nickeline pour le corps de chauffe d'un four doit avoir une résistance de 48  $\Omega$  à 1100°. Quelle est sa résistance à 20°? ( $\alpha = 0,00022 \Omega/\Omega^\circ \text{C}$ ).  $R = 38,78 \Omega$
- 13 De combien de degrés augmente la température d'un fil de cuivre si sa résistance augmente de 10%?
- 14 La bobine d'un contacteur a une résistance de 12,6  $\Omega$  à 70°. Quelle est sa résistance à 20°?

- 15 Quelle est la température d'un fil de cuivre lorsque sa résistivité est de  $0,02 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  ?
- 16 Une ligne aérienne en Aldrey s'échauffe jusqu'à  $55^\circ$  en été et se refroidit jusqu'à  $-10^\circ$  en hiver. La longueur de la ligne est de 12 km et la section de  $300 \text{ mm}^2$ . Calculer la variation de la résistance: a) en  $\Omega$ ; b) en pour cent par rapport à la résistance à froid; c) en pour cent par rapport à la résistance à  $20^\circ$ .
- 17 Le filament d'une lampe à incandescence de 100 W a une résistance de  $42 \Omega$  à  $20^\circ$ . A 230 V il prélève un courant de 430 mA. Calculer la température du filament à chaud.
- 18 Une résistance a  $57,3 \Omega$  à  $20^\circ$ . Après un échauffement jusqu'à  $160^\circ$ , la résistance a
- 95  $\Omega$ . a) Calculer le coefficient de température. b) En quel matériau la résistance est-elle construite?
- 19 Une bobine d'électro-aimant en cuivre est soumise à une tension de 220 V et demande 0,2 A. Calculer la température lorsque cette bobine fonctionne, sachant qu'alors le courant s'abaisse à 0,15 A.
- 20 Une résistance de  $50 \Omega$  en manganine s'échauffe de  $20^\circ$  à  $350^\circ$ ; calculer: a) la résistance à chaud; b) la résistance à chaud si, à la place de manganine, on utilise du tungstène; c) de combien de pour cent la résistance à chaud est-elle plus grande dans un cas que dans l'autre?

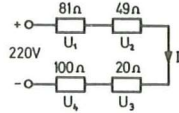
### 3.9 Couplage de résistances ohmiques

#### 3.9.1 Couplage en série

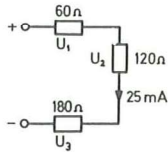
- 1 Cinq lampes à incandescence de 110 V et  $242 \Omega$  chacune sont réunies en série. Calculer leur résistance totale.
- 2 Les 6 mêmes bobines d'excitation d'une machine à courant continu possèdent ensemble une résistance de  $13,26 \Omega$ . Quelle est la résistance d'une bobine?
- 3 Une résistance réglable a une résistance totale de  $145,6 \Omega$  et possède des plots de contact espacés les uns des autres par  $11,2 \Omega$ . De combien de résistances partielles dispose-t-on?
- 4 Une résistance de  $3,26 \text{ k}\Omega$  doit être composée de 15 résistances partielles de même valeur. Quelle est la grandeur d'une de ces résistances partielles?
- 5 Des résistances de  $16,2$ ,  $7,8$  et  $20,3 \Omega$  sont raccordées en série. Calculer la résistance totale.
- 6 La résistance totale entre les bornes + et - est de  $41,7 \Omega$ . Quelle est la grandeur de la résistance  $R_1$  ?
- 7 Deux grandes résistances, de  $4,8 \text{ M}\Omega$  et de  $78 \text{ k}\Omega$  sont branchées l'une après l'autre. Calculer la résistance totale en  $\text{k}\Omega$ .
- 8 On raccorde à la fin d'une ligne à 2 conducteurs un récepteur de  $46,3 \Omega$ . Au commencement de la ligne on mesure entre les deux fils,  $47,1 \Omega$ . Quelle est la résistance d'un conducteur de la ligne?
- 9 Calculer la tension appliquée à la lampe lumineuse.
- 10 On place en série sous 225 V une résistance de  $5,55 \Omega$  et une lampe à incandescence, le tout parcouru par un courant de 5,4 A. Calculer la tension aux bornes de la lampe.
- 11 La bobine à courant continu d'un électro-aimant de  $268 \Omega$  et 220 V doit être alimentée par un réseau à 250 V. Par une résistance additionnelle la tension du réseau est ajustée à celle de la bobine. a) Combien d'ohms possède la résistance additionnelle? b) Déterminer la résistance totale de ce montage. c) Quel est le courant qui alimente la bobine?
- 12 Un récepteur de  $60 \Omega$  est alimenté par l'intermédiaire d'une résistance réglable. Calculer la tension U à laquelle est soumis le récepteur si la résistance réglable est successivement ajustée à 0, 20, 40, 60, 80 et  $100 \Omega$ . Représenter ces résultats graphiquement.
- 13 Selon ce schéma, déterminer: a) la tension  $U_1$ ; b) la tension  $U_3$ ; c) la tension U; d) le courant dans  $R_1$ ; e) le courant dans  $R_3$ .



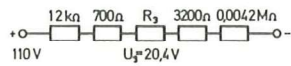
- 14 Selon ce montage, déterminer: a) la résistance totale; b) les tensions partielles  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  et  $U_4$ ? c) l'intensité du courant  $I$ .



- 15 Selon ce couplage, déterminer: a) la tension totale  $U$ ; b) les tensions partielles  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ; c) dans quels rapports les résistances se suivent-elles? d) dans quels rapports les tensions se suivent-elles? e) comparer les résistances avec les chutes de tensions qu'elles provoquent.

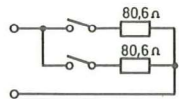


- 16 Calculer  $R_3$ .



### 3.9.2 Couplage en parallèle

- 1 Calculer la résistance équivalente à deux corps de chauffe de ce four lorsqu'il est totalement enclenché.



- 2 La résistance équivalente à deux mêmes résistances branchées en parallèle est de 58,2 Ω. Déterminer la grandeur d'une résistance.

- 3 2, 3, 4 ... 10 lampes de 220 V, 242 Ω sont successivement mises en parallèle. Déterminer chaque fois la résistance équivalente et donner une représentation graphique des résultats.

- 4 Sept corps de chauffe identiques placés en parallèle, ont une résistance globale de 27,4 Ω. Quelle est la résistance d'un corps de chauffe?

- 5 La bobine  $r$  d'un clignoteur a une résistance de 21,7 Ω et la spirale de chauffe  $h$ , 200 Ω. Calculer la résistance équivalente.

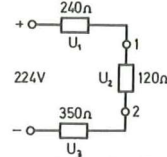


- 6 Deux résistances:  $R_1 = 22 \Omega$  et  $R_2$  placées en parallèle ont une résistance commune de 18 Ω. Quelle est la grandeur de la résistance  $R_2$ ?

- 7 Quelle est la résistance équivalente à 4 relais en parallèle dont les résistances sont de 4200 Ω, 12,4 kΩ, 240 Ω et 12,4 kΩ?

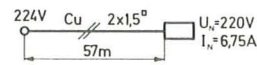
- 8 Trois résistances de 421 Ω, 320 Ω et  $R_x$  sont couplées en parallèle. La résistance

- 17 Calculer: a) les tensions partielles  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ; b) la résistance totale; c) l'intensité du courant; d)  $U_1$  et  $U_3$  lorsque  $R_2 = 120 \Omega$  est court-circuité; e) quelle est la tension entre les bornes 1 et 2 si la résistance  $R_2$  est interrompue?



- 18 Quatre bobines d'excitation d'une machine à courant continu sont branchées en série et sont parcourues par un courant de 3,2 A sous 120 V. Calculer la résistance d'une bobine.

- 19 Le schéma représente une ligne qui alimente un four. Quelle est la tension aux bornes du four si ce dernier est parcouru par un courant de 6,75 A sous la tension nominale de 220 V?



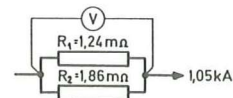
équivalente est de 62 Ω. Quelle est la grandeur de  $R_x$ ?

- 9 Un four réglable à 220 V est constitué par deux corps de chauffe de 40,2 Ω que l'on peut commander à volonté. Calculer: a) la résistance équivalente en pleine puissance; b) la résistance en demi-puissance; c) l'intensité du courant en pleine puissance; d) l'intensité du courant en demi-puissance.

- 10 L'éclairage d'une devanture est fourni par 24 lampes à incandescence de 220 V, 40 W, 1210 Ω. Calculer: a) la résistance équivalente à toute l'installation d'éclairage; b) le courant d'une lampe; c) le courant total de toutes les lampes sous 220 V.

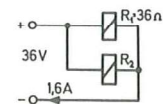
- 11 Huit lampes à incandescence de 100 W, 220 V opposent ensemble 60,5 Ω. Calculer: a) le courant traversant une lampe; b) la résistance d'une lampe.

- 12 Un courant total de 1,05 kA traverse ces deux barres en parallèle. Déterminer:

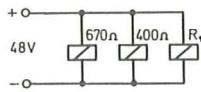


- a) la résistance équivalente aux deux barres; b) les courants partiels; c) l'indication du voltmètre; d) le rapport entre les résistances des deux barres; e) le rapport entre les deux courants partiels; f) comparer entre eux les rapports des résistances d'une part et des courants d'autre part.

- 13 Le schéma représente un couplage de relais. Déterminer: a) les courants partiels  $I_1$  et  $I_2$ ; b) la résistance  $R_2$ .

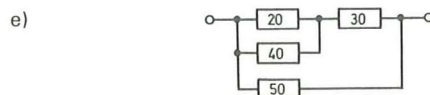
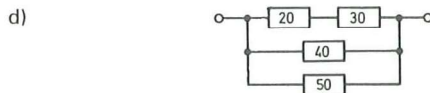
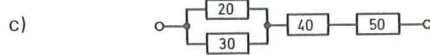
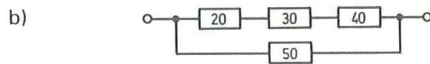
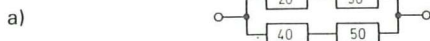


- 14 La résistance d'un appareil de mesure est formée par des résistances en parallèle de 40, 2, 12, 50 et 8 mΩ. Le courant total est de 904 mA. Déterminer: a) les courants dans chaque résistance partielle; b) la tension appliquée à toutes ces résistances partielles.
- 15 Trois lampes à 220 V et de 1210, 806 et 484 Ω sont branchées en parallèle. Calculer: a) la résistance équivalente; b) le courant total; c) les trois courants partiels.
- 16 Ces 3 bobines de contacteur prennent ensemble 232 mA. Quelles sont les gran-

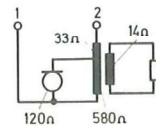


### 3.9.3 Couplage mixte

- 1 Avec 3 résistances de 120 Ω chacune, établir tous les différents couplages possibles et déterminer toutes les résistances obtenues.
- 2 Avec 4 résistances de 200 Ω chacune, établir tous les différents couplages possibles et déterminer toutes les résistances correspondantes.
- 3 Quatre résistances de 20, 30, 40 et 50 Ω sont couplées de cinq façons différentes. Calculer dans chaque cas la résistance équivalente.



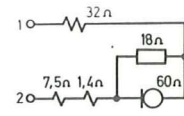
- 4 Le schéma représente une station téléphonique du modèle 29. Calculer la résistance entre les bornes 1 et 2.



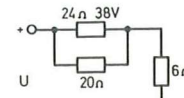
deurs: a) de la résistance  $R_1$ ? b) de la résistance équivalente aux 3 bobines?

- 17 Une plaque de cuisson 380 V, est formée de 3 éléments chauffants de  $R_1 = 350 \Omega$ ;  $R_2 = 230 \Omega$  et  $R_3 = 180 \Omega$  qui peuvent être couplés selon 8 positions: 8)  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  en parallèle; 7)  $R_1$  et  $R_3$  en parallèle; 6)  $R_1$  et  $R_2$  en parallèle; 5)  $R_2$ ; 4)  $R_1$ ; 3)  $R_1$  et  $R_3$  en série; 2)  $R_1$  et  $R_2$  en série; 1)  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  en série. Calculer: a) les résistances des 8 positions; b) les courants correspondants à ces 8 positions.

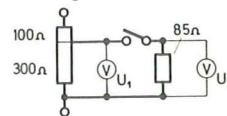
- 5 Le schéma représente une station téléphonique du modèle 50. Calculer la résistance entre les bornes 1 et 2.



- 6 Selon les données de ce schéma, déterminer la tension  $U$  entre les bornes + et -.

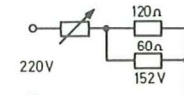


- 7 Lorsque l'interrupteur est ouvert, déterminer: a) la tension  $U_1$ ; b) la tension  $U_2$ .



Lorsque l'interrupteur est fermé, calculer: c) la tension  $U_1$ ; d) la tension  $U_2$ . Tension aux bornes: 60 V.

- 8 Sur combien d'ohms faut-il régler la résistance variable?

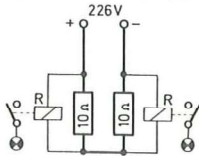


- 9 Trois résistances de 8, 16 et 20 Ω sont couplées en parallèle. Ce groupe est précédé d'une résistance variable. Quelle est sa grandeur en Ω si la tension aux bornes est de 220 V et le courant total 6,2 A?

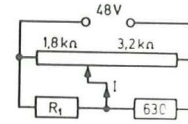
- 10 Un relais de  $R_1 = 17,4 \Omega$  est raccordé à deux relais en parallèle:  $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ;  $R_3 = 3,6 \text{ k}\Omega$ . La tension aux bornes est de 36 V. Calculer: a) la résistance équivalente; déterminer l'intensité du courant; b) dans le relais  $R_1$ ; c) dans le relais  $R_2$ ; d) dans le relais  $R_3$ . Calculer: e) la chute de tension aux bornes du relais  $R_1$ .

- 11 Deux corps de chauffe de 10 Ω sont placés en série et ils sont en parallèle avec deux relais  $R$  de 420 Ω chacun. Si l'un des corps de chauffe subit une rupture, le relais corres-

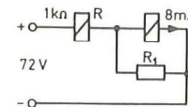
pendant attire son armature et enclenche la lampe de signalisation. Déterminer: a) la résistance équivalente; b) la tension aux bornes des relais. En cas de rupture d'un corps de chauffe, déterminer: c) la résistance équivalente; d) les tensions aux bornes des relais.



12 Déterminer la résistance  $R_1$  de ce pont de mesure lorsqu'il est équilibré ( $I = 0$ ).



13 Quelle est la résistance de  $R_1$  si le relais R est parcouru par 12 mA?



### 3.10 Quantité d'électricité

- 1 Une chape est nickelée en 18 min par un courant de 25 A sous 5 V. Quelle quantité d'électricité en As et Ah cette opération nécessite-t-elle?
- 2 Un réservoir de chauffe-eau a été galvanisé en 31 min avec une quantité d'électricité de 2,2 Ah. Quel courant a-t-on utilisé?
- 3 Pour galvaniser 6200 pièces de fer on a utilisé un courant de 180 A et une quantité d'électricité de 150 Ah. Combien de min l'opération a-t-elle duré?

- 4 Pour l'élaboration d'aluminium, on utilise un courant moyen de 45 kA. Quelle quantité d'électricité en MAh faut-il pour une production journalière de 24 h, sans interruption?
- 5 Quel a été l'intensité du courant lors du zingage de boulons qui a nécessité 11,62 Ah durant 10 min?
- 6 Durant un essai d'électrolyse on a mesuré un courant de 360 mA et une quantité d'électricité de 86,4 As. Quelle a été la durée de l'essai?

### 3.11 Electrolyse

$c$  = équivalent électrochimique

- 1 Le nickelage de 2000 vis M 5×16 a employé 40 A, sous 7 V, durant 60 min. Quelle masse de nickel a-t-on utilisé: a) théoriquement; b) réellement si le rendement a été de 97%? ( $c = 1,0945$  g/Ah).
- 2 Quelle quantité d'électricité faut-il pour élaborer 1 t d'aluminium si  $c = 0,3354$  g/Ah?
- 3 Quel courant faut-il pour déposer 8,4 g de cuivre durant 42 min avec un rendement de 80% et si  $c = 2,3716$  g/Ah?
- 4 Pour argenter 500 dm<sup>2</sup>, on peut prendre connaissance des données suivantes: densité de courant: 0,14 A/dm<sup>2</sup>; masse déposée par min = 5,14 g. Quel équivalent électrochimique peut-on définir de ces données?

- 5 Une pièce métallique est chromée en 3,2 min avec un courant de 60 A. Quelle est la masse de chrome déposée si  $c = 0,6468$  g/Ah et le rendement de 15%?
- 6 Quelle masse d'étain dépose-t-on sur un objet d'une surface de 5 dm<sup>2</sup> si l'opération dure 36 min avec une densité de courant de 0,8 A/dm<sup>2</sup> et un rendement de 90%? ( $c = 2,2142$  g/Ah).
- 7 Quel temps faut-il pour déposer 51,4 mg d'argent sur une pièce d'une surface de 50 cm<sup>2</sup> avec une densité de courant de 1,4 A/dm<sup>2</sup>? ( $c = 4,024$  g/Ah).
- 8 Une pièce, d'une surface de 450 dm<sup>2</sup> doit être nickelée avec une densité de courant de 0,4 A/dm<sup>2</sup> et une durée de 90 min. Le rendement est de 97% et  $c = 1,0945$  g/Ah. Calculer la masse de nickel déposée.

### 3.12 Puissances

#### 3.12.1 Puissance selon la tension et l'intensité du courant

- 1 Un élément chauffant d'un four est traversé par un courant de 6,8 A sous 36 V. Calculer la puissance de cet élément.
- 2 Déterminer le courant d'une génératrice qui donne 110 V avec une puissance de 450 W.

- 3 Une cartouche d'un fusible de 35 A provoque une perte de 5,2 W, à pleine charge. Quelle est la chute de tension due à cette cartouche?
- 4 Un électro-aimant prend sous 180 V, un courant de 0,16 A. Calculer sa puissance.
- 5 Un trolleybus prélève 102 kW à la ligne de contact de 615 V. Calculer le courant fourni.
- 6 Une résistance ne doit pas être chargée à plus de 720 W avec un courant de 2,3 A. Quelle est la tension maximum admise aux bornes de la résistance?
- 7 Au travers de la spirale chauffante d'un allume-cigares d'automobile, s'écoule un courant de 6,5 A, sous 12,5 V. Quelle est la puissance prélevée?
- 8 Deux lampes à vapeur d'iode de 12 V, prélèvent chacune 85 W. A quel courant doit correspondre le fusible qui protège ces deux lampes?
- 9 Quelle est la puissance produite par un redresseur qui débite un courant de 3,2 kA sous 11,2 kV?
- 10 Quel est le courant, en mA, qui traverse une résistance si la tension aux bornes est de 240 V et si la perte est de 0,2 W?
- 11 Sous quelle tension un courant de 12 mA parcourt-il une résistance dans laquelle la perte est de 5 W?
- 12 Une petite lampe à luminescence est soumise à une tension de 380 V, en série avec une résistance. Calculer la puissance de ce montage si le courant est de 0,6 mA.
- 13 Calculer le courant demandé par un fer à souder de 220 V; 20 W.
- 14 Un démarreur d'automobile emploie un courant de 152 A avec une tension de 5,2 V. Calculer la puissance prélevée.
- 15 Quel courant débite une génératrice d'automobile de 300 W et 13 V?
- 16 Un ampèremètre à courant continu provoque une perte de 1,8 W lorsqu'il indique 35 A. Quelle est alors la tension aux bornes de l'instrument?
- 17 Quelle est la puissance que donne une excitatrice qui fournit à sa génératrice un courant de 930 A avec une tension de 1650 V?
- 18 Quel est le courant employé par une plaque de chauffe de 2 kW, 220 V?
- 19 En aval du fusible qui protège un allume-cigares de 93 W, on installe, après-coup, à bord d'une automobile, deux avertisseurs qui emploient un courant de 6,2 A. Quel est le courant qui traverse le fusible si la tension est de 12 V?
- 20 La génératrice d'un camion débite 25 A. Les appareils suivants sont enclenchés: 2 phares de 45 W; 2 lampes-veilleuses de 4 W; 2 phares-brouillard de 35 W; 2 lampes de signalisation et 2 lampes de la plaque minéralogique de 5 W; 1 lampe de contrôle des feux et 3 lampes d'appareils de bord de 3 W; l'allumage par batterie de 20 W; l'appareil de radio de 2,5 A; l'essuie-glace de 4 A. a) Quel est le courant qui circule entre la génératrice et la batterie? b) A ce régime, la batterie de 12 V se charge ou se décharge-t-elle?

### 3.12.2 Puissance selon la tension et la résistance

- 1 Les caractéristiques d'une bobine d'un relais à courant continu, sont: 110 V, 7300  $\Omega$ . Quelle est la puissance consommée par cette bobine?
- 2 Un corps de chauffe a une puissance de 2,4 kW. Sa résistance à chaud est de 60  $\Omega$ . Pour quelle tension ce corps de chauffe est-il prévu?
- 3 Quelle est la résistance d'un radiateur à ailettes de 220 V, 150 W?
- 4 L'enroulement inducteur d'un moteur à courant continu est soumis à une tension de 38,2 V et possède une résistance de 12,2  $\Omega$ . Quelle est la puissance demandée par les 4 enroulements de ce moteur?
- 5 Quelle est la tension maximum que l'on peut appliquer à une résistance de 0,8 M $\Omega$  et de 0,2 W?
- 6 Quelle est la résistance d'une barre chauffante en carbure de silicium d'une puissance de 6,34 kW et d'une tension de 171 V?
- 7 Calculer la puissance dissipée par une résistance de 45 k $\Omega$ , dans laquelle se décharge un condensateur à 240 V.
- 8 Calculer la résistance d'une lampe-signal de 0,6 W, 220 V.
- 9 La bobine d'un contacteur, alimentée en courant continu, a une résistance de 380  $\Omega$ . Lorsque l'armature est attirée, la tension aux bornes de la bobine est de 48,2 V. Quelle est la puissance prélevée?
- 10 Une tension de 163 V est appliquée à une résistance de 125 mW. Quelle est la grandeur de cette résistance, en  $\Omega$ ?
- 11 Quelle est la puissance consommée par une résistance de 1,5 M $\Omega$  et de 180 V?

### 3.12.3 Puissance par rapport au changement de la tension

- 1 Un corps de chauffe de fer à souder a une puissance de 35 W à 220 V. Quelle est sa puissance à une tension abaissée à 212 V? (on peut considérer que la résistance reste constante).
- 2 Quelle est la puissance d'un boiler de: 100 l; 220 V; 1,2 kW soumis à une surtension de 4%?
- 3 Un four de 1,5 kW est branché, par inadvertance, entre deux fils polaires à 380 V alors qu'il aurait fallu le raccorder entre un fil polaire et le neutre, soit à 220 V. Déterminer la puissance sous 380 V.
- 4 Un creuset d'une puissance de 2,4 kW est alimenté à 220 V au lieu de 380 V. Déterminer la puissance à cette tension inférieure.
- 5 Un radiateur de chambre de bains de 220 V; 1 kW, ne prélève que 926 W. Calculer la tension vraiment appliquée à ce radiateur.
- 6 Quel est le courant demandé par un fer à souder électrique de 100 W; 220 V si la tension est réellement de 228 V?
- 7 Une résistance de 20 k $\Omega$  provoque à 200 V, une perte de 2 W. Quelle est cette dernière à: a) 100 V? b) 400 V? Quelle sont les rapports entre: c) les trois tensions? d) les trois puissances dissipées?
- 8 Un appareil de chauffage a une puissance de 1800 W sous la tension nominale. Cette dernière s'abaisse une fois de 10% et une autre fois s'élève de 10%. a) Calculer les puissances correspondantes à ces changements de tension; b) de combien de pour cent ces puissances varient-elles par rapport à la puissance nominale?

### 3.13 Pertes par effet Joule

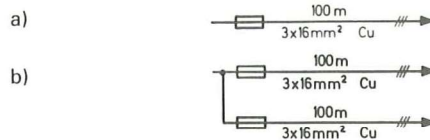
#### 3.13.1 Généralités

- 1 Une bobine a une résistance de 12  $\Omega$  et elle est traversée par un courant de 4,5 A. Quelle est la puissance qu'elle prélève?
- 2 Quel est le courant que prend une résistance de 210  $\Omega$ , 820 W?
- 3 Un fusible à action rapide de 40 A, développe à cette intensité nominale 5,6 W. Quelle est la résistance de ce fusible?
- 4 Quelle est la puissance perdue dans une bobine de 1,62 m $\Omega$ , traversée par un courant de 600 A?
- 5 Quel est le courant nominal d'une résistance de 400 k $\Omega$ , 5 W?
- 6 Une résistance doit posséder une puissance de 0,62 kW avec un courant de 3,4 A. Déterminer sa résistance.
- 7 Un courant de 32 A passe au travers d'un fil de 0,825  $\Omega$ . Calculer la puissance dissipée.
- 8 Un ampèremètre dissipe 3,2 W lorsque l'intensité s'élève à 12 A. Quelle est la résistance de cet appareil?
- 9 Une borne de connexion offre une résistance de 2,72 m $\Omega$ . Quelle perte occasionne-t-elle si elle est parcourue par un courant de 45 A?
- 10 Une résistance de 15 k $\Omega$  est parcourue par un courant de 25 mA. Quelle perte provoque-t-elle?
- 11 Un courant de 5000 A s'écoule au travers d'une barre de cuivre de 10  $\times$  100 mm de section. Calculer les pertes produites en kW par mètre courant.
- 12 On a utilisé pour la bobine primaire d'un transformateur, 16,8 m de cuivre méplat de 3  $\times$  5 mm. Quelles sont les pertes provenant de cette bobine si elle est parcourue à raison de 3 A/mm<sup>2</sup>?
- 13 Un câble de 3  $\times$  16 mm<sup>2</sup> en cuivre, conduit 110 A. Quelles sont les pertes dans ce câble de 1,7 km de longueur?



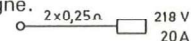
### 3.13.2 Pertes par effet Joule par rapport au changement du courant

- 1 La puissance dissipée dans un ampèremètre est de 2 W avec un courant de 5 A. Quelle sera cette puissance dissipée avec: a) 0 A; b) 1 A; c) 2 A; d) 3 A; e) 4 A?
- 2 Les pertes dans un câble qui conduit 420 A sont de 12,8 kW. Quelles sont ces pertes: a) si l'intensité du courant s'abaisse de 10%? b) si l'intensité du courant s'élève de 10%? De combien de pour cent ces pertes varient-elles: c) dans le cas a? d) dans le cas b?
- 3 Selon le schéma, établir les pertes dans la ligne a) si elle est parcourue par tout le courant nominal du fusible prescrit. Déterminer les pertes dans les lignes b) avec un courant nominal, au total, inchangé.



### 3.14 Rendement

- 1 Une usine fonctionnant à l'énergie nucléaire possède une puissance thermique de 949 MW et une puissance électrique de 306,2 MW. Quel est le rendement de cette usine électrique?
- 2 Au commencement d'une ligne de transport, on mesure 1240 kW. Avec un rendement de 94% quelle est la puissance à la fin de la ligne?
- 3 Un convertisseur de fréquence de 3000 kW a un rendement de 91%. Déterminer la puissance qu'il prélève.
- 4 Un moteur de 4 kW a un rendement de 84%. Déterminer ses pertes en W.
- 5 Un moteur à courant continu demande un courant de 5,5 A sous 24 V et donne à la poulie une puissance de 75 W. Quel est son rendement?
- 6 Une armature de lampe fluorescente a un rendement de 88% et demande au réseau 46 W. Quelle est la puissance que reçoit réellement la lampe?
- 7 Quel est le courant employé par un moteur shunt à courant continu de 5 kW, 220 V si son rendement est de 79%?
- 8 Un moteur diesel de 18 kW entraîne une génératrice à courant continu qui débite un courant de 68 A sous 224 V. Déterminer les pertes dans la génératrice a) en %; b) en kW.
- 9 Une conduite est parcourue par un courant de 212 A. La tension au commencement de la conduite est de 800 V et de 762 V à sa fin. Calculer le rendement de cette conduite.
- 10 Une installation de chauffage a un rendement de 62%. Le corps de chauffe demande au réseau 16,1 A sous 228 V. Calculer la puissance utile en kW.
- 11 A la fin d'une ligne de trolleybus, on mesure 480 V et 185 kW. Le rendement est de 92%. Calculer: a) la puissance au commencement de la ligne; b) l'intensité du courant; c) la tension au commencement de la ligne.
- 12 Selon le schéma déterminer:
  - a) la puissance donnée,
  - b) la puissance dissipée dans la ligne,
  - c) la puissance prélevée,
  - d) le rendement de la ligne.
- 13 Par rapport aux Wh, un accumulateur a un rendement de 0,71. Il a débité 8,7 Wh. Quelle énergie a-t-il prélevé?



### 3.15 Energie active

- 1 Quelle énergie faut-il pour chauffer l'eau d'un boiler de 1,2 kW durant 7 h et 48 min?
- 2 Combien de temps peut fonctionner avec 1 kWh une lampe, respectivement de 25, 40, 75 et 100 W?

- 3 A 6 h 45 on relève sur un compteur 1250 kWh et 1428 kWh à 11.45. Déterminer la puissance moyenne mise à contribution.
- 4 Un moteur de ventilateur prend 92 W sous 221 V et il fonctionne 8 h et 12 min par jour. Quelle est l'énergie prélevée par jour?
- 5 Un four de 4,2 kW commandé par un thermostat consomme 32 kWh de 21 h à 7 h. Quelle a été, en réalité, la durée de l'enclenchement du four?
- 6 Une fabrique possède une puissance de raccordement de 1840 kW. Elle consomme journalièrement (24 h) 7680 kWh. Calculer la puissance moyenne prélevée et l'exprimer en pour cent par rapport à la puissance de raccordement.
- 7 Un transformateur de sonnerie prélève, à vide, 10 W. Quelle est l'énergie dissipée durant une année (365 j). Les courts instants pendant lesquels la sonnerie fonctionne n'entrent pas en considération.
- 8 Une centrale à accumulation produit annuellement 253 000 MWh. Pendant combien de jours (24 h) a-t-elle fonctionné: a) en pleine puissance: 62 MW? b) en puissance réduite à 65%?
- 9 Une société distributrice d'électricité s'engage, par contrat, à livrer journalièrement à une commune, 120 000 kWh. Quelle est la puissance moyenne mise à la disposition de cette commune?
- 10 Un redresseur à vapeur de mercure a une puissance nominale de 2000 kW. Durant un mois, il ne fonctionne, en moyenne, qu'à 54% de sa puissance nominale. Quelle énergie a-t-il fournie durant un mois de 30 j?
- 11 Un ménage à 2 personnes consomme 83 kWh entre deux relevés de compteur (2 mois). Quelle est la consommation spécifique par personne et par jour? (1 mois = 30 j).

### 3.16 Coût de l'énergie

- 1 Pour chauffer le contenu d'un boiler, il a été utilisé 14,5 kWh. Quelle a été la dépense si le kWh coûte 5,5 ct.?
- 2 La chaussée d'un pont, chauffée électriquement, a nécessité l'apport de 66 620 kWh dont le coût s'est élevé à Fr. 4270,20. Calculer le prix moyen du kWh.
- 3 Un propriétaire d'une maison paie Fr. 52.— pour sa consommation mensuelle d'électricité. Déterminer cette consommation en kWh si ce dernier est facturé 8 ct.?
- 4 Un séchoir électrique pour les mains a une puissance de 2 kW et il est utilisé de temps à autre mais, au total, durant 50 h. Quelle est la dépense qu'il occasionne à raison de 9 ct./kWh?
- 5 Le chauffage électrique d'une église a demandé 20 920 kWh pour une période de chauffage et la dépense s'est élevée à Fr. 985,20. Calculer le prix moyen du kWh.
- 6 Pendant combien de temps une lampe à incandescence de 40 W peut-elle rester enclenchée pour le prix de Fr. 1.— avec un kWh coûtant 11 ct.?
- 7 Un grille-pain de 1250 W a été utilisé, en tout, durant 1 h et 36 min. Quelle a été la dépense si le kWh coûte 9 ct.?
- 8 Par inadvertance, une lampe à incandescence de 60 W est restée allumée durant une nuit de 21 h 40 à 6 h 20. Quel est le montant de cette dépense inutile à raison de 35 ct. le kWh?
- 9 Un abonné reçoit sa facture de consommation de son distributeur d'électricité. Cette facture, concernant deux mois, est libellée comme suit:

Abonnement		Fr.	17.85
Taxes		Fr.	5.35
Consommation:			
à haut tarif	880 kWh	Fr.	94.15
à bas tarif	720 kWh	Fr.	43.20
Total		Fr.	160.55

- a) Quels sont les prix du kWh à haut et à bas tarif? b) Quel pourrait être le prix unique du kWh si l'on y englobait les montants de l'abonnement et des taxes?

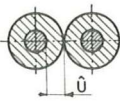
**3.17 Chauffage électrique** (coefficient de chaleur massique:  $c$ : en kJ/kg °C; masse volumique:  $\rho$ : en kg/dm<sup>3</sup>)

- 1 Pour obtenir un bain chaud, il faut dépenser 14,2 kWh. Quelle est la quantité de chaleur correspondante en kJ?
  - 2 Le chauffage d'un creuset nécessite 12 MJ. Quelle est l'énergie électrique équivalente en kWh?
  - 3 La puissance que fournit un générateur pour le chauffage à haute fréquence est de 4 kW. Exprimer cette puissance en kJ/h?
  - 4 Un four électrique donne 90 MJ/h. Quelle est cette puissance en kW?
  - 5 Une cartouche de fusible de 150 A provoque, à cette intensité nominale, une perte de 9 W. Quelle est la quantité de chaleur dissipée par heure?
  - 6 Une installation frigorifique consacre au procédé d'évaporation, une puissance de 1000 MJ/h. Quelle est cette puissance en kWh?
  - 7 Quelle quantité de chaleur faut-il pour chauffer 250 l d'eau de 5° à 62°?
  - 8 Une pièce d'acier de 16 kg ( $c=0,482$ ) doit être chauffée de 20° à 132°. Déterminer la quantité de chaleur nécessaire à cette opération.
  - 9 Quelle quantité de chaleur en kJ faut-il pour chauffer 240 l d'huile de machines ( $\rho=0,93$  et  $c=1,68$ ) de 15° à 32°?
  - 10 Combien peut-on chauffer de litres d'eau de 20° à 86° avec 1 kWh?
  - 11 Combien peut-on chauffer de litres des liquides ci-dessous, de 1° avec 1 kWh?
- |                   | $c$   | $\rho$ |
|-------------------|-------|--------|
| Eau               | 4,19  | 1      |
| Huile de machines | 1,67  | 0,93   |
| Glycérine         | 2,43  | 1,27   |
| Mercure           | 0,138 | 13,6   |
- 12 Un réservoir de pétrole de 520 l reçoit une quantité de chaleur égale à 65 MJ. Quelle est la température atteinte, à partir de 18°? ( $c=2,1$  et  $\rho=0,83$ ).
  - 13 Le contenu d'un boiler de 150 l a été chauffé jusqu'à 85°. En 24 h, sa température s'abaisse de 12,3°. Quelle quantité de chaleur a-t-il dissipé dans l'air ambiant?
  - 14 240 l d'eau doivent être chauffés de 16° à 58° avec un rendement de 76%. Quelle est l'énergie nécessaire en kJ et kWh?
  - 15 Déterminer la quantité de chaleur développée par un four de 2,5 kW durant un jour (24 h).
  - 16 Les 30 m<sup>3</sup> d'eau d'une piscine doivent être chauffés de 15° à 22°, en 24 h; a) quelle est la quantité de chaleur nécessaire? b) quelle est la puissance des corps de chauffe si on néglige les pertes?
  - 17 Une plaque de chauffe a une puissance de 1,8 kW et un rendement de 55%. Que dure le chauffage de 3,2 l d'eau de 10° à 76°?
  - 18 Selon les prescriptions d'un distributeur d'électricité, un boiler de 75 l et de 1,4 kW doit atteindre sa température d'eau chaude en 5 h, avec 94% de rendement. Quelle est cette température?
  - 19 Un chauffe-eau rapide utilise 0,5 kWh pour amener 5 l d'eau de 10° à 85°. Quel est le rendement de cet appareil?
  - 20 Un fer à souder de 10 W, 220 V est enclenché durant 8 min. Quelle quantité de chaleur son corps de chauffe développe-t-il durant ce temps?
  - 21 4 l d'alcool ( $c=2,43$ ;  $\rho=0,79$ ) doivent atteindre en 12 min et à partir de 24°, une température de 42°. Calculer la puissance en W du corps de chauffe si le rendement est de 90%.
  - 22 Pour le chauffage d'une pièce en acier, il est nécessaire de 200 kJ. Quelle est la durée de l'opération si le corps de chauffe est de 250 W avec un rendement de 92%?
  - 23 Une plaque de cuivre de 320 g ( $c=0,4$ ;  $\rho=8,9$ ) est chauffée durant 18 min par un corps de chauffe de 120 W. A partir de 20°, calculer la température de la plaque avec un rendement de 80%.
  - 24 Un chauffe-eau de 2 kW est capable d'élever de 15° à 85° la température de 8 l d'eau en 25 min. Calculer son rendement.
  - 25 Un boiler pour une application spéciale a une capacité de 680 l d'eau; ceux-ci doivent être chauffés de 12° à 68° en 6 h et 30 min. Quelle est la puissance du corps de chauffe si le rendement est de 92%?

- 26 Quel temps faut-il pour chauffer une masse de 7,5 kg de laiton ( $c=0,38$ ;  $\rho=8,7$ ) de  $20^\circ$  à  $360^\circ$  avec une puissance disponible de 620 W et un rendement de 78%?
- 27 Une cartouche de fusible mal vissée présente une résistance de passage de  $0,52 \Omega$ . Elle est traversée par un courant de 21 A. Quelle quantité de chaleur dissipe-t-elle par min?
- 28 Un câble de chauffage de 12,4 m de longueur a une puissance de 29 W par mètre courant. Quelle quantité de chaleur produit-il par h?
- 29 Un élément chauffant de céramique est traversé par un courant de 28 A sous 28,4 V. Quelle quantité de chaleur produit-il en 24 h?
- 30 Quelle est la quantité de chaleur qui se dissipe en 1 h, le long d'un conducteur d'installation T de  $10 \text{ mm}^2$ , de 100 m de longueur et qui est parcouru par un courant de 40 A?

## 4 Courant monophasé

### 4.1 Valeur efficace et maximum

- 1 Avec un voltmètre, on mesure 220 V. Quelle est la valeur maximum de cette tension?
- 2 Un condensateur a une tension nominale de 400 V en courant continu. Quelle tension alternative peut-on lui appliquer sans mettre en danger le diélectrique?
- 3 L'isolation d'un fil est soumise à une tension alternative de 2 kV. Quelle devrait être cette tension d'essai en courant continu?
- 4 Sur une certaine distance, une décharge peut se produire sous 4000 V continus. A quelle tension alternative minimale cette décharge pourrait-elle se produire?
- 5 Quelle est la tension maximum que supporte les isolateurs d'une ligne à haute tension en courant alternatif sous 50 kV?
- 6 Sur un oscillographe, on peut déterminer que la valeur maximale d'un courant sinusoïdal est de 7 mA. Pour ce même courant, quelle serait l'indication d'un ampèremètre?
- 7 Un ampèremètre indique le passage d'un courant de 43 A. Quelle est la valeur maximale de ce courant?
- 8 Au cours d'un essai on a mesuré un courant de 30 kA. Calculer la grandeur du courant maximum.
- 9 A quelle tension maximum  $\hat{U}$  l'isolation de ce câble à deux conducteurs est-elle soumise si la tension entre les conducteurs est de 15,2 kV efficaces?
- 10 Une machine à 230 V alternatifs doit être déparasitée. Les condensateurs disponibles pour cette opération sont tous à courant continu. Quelle doit être la tension nominale de ces derniers pour pouvoir être utilisés à ce déparasitage?
- 11 Une installation de couplage de 150 kV doit être soumise à un essai d'onde de choc. Calculer la tension de cette dernière si le coefficient de sécurité doit être le double de la tension maximum.

### 4.2 Fréquence et période

- 1 Que dure une période à la fréquence usuelle de 50 Hz?
- 2 La durée d'une période d'un courant de télécommande est de 0,0021 s. Calculer sa fréquence.
- 3 Aux Etats-Unis, la fréquence industrielle est de 60 Hz. Quelle est la durée d'une période?
- 4 Un émetteur de radio rayonne avec une fréquence dont la durée d'une période est de 0,1315  $\mu$ s. Déterminer cette fréquence.
- 5 La note la, donnée par le diapason, vibre à raison de 440 périodes par s. Que dure une période?
- 6 Le chauffage de pièces en matière plastique diélectrique s'effectue dans un four à haute fréquence dont la période ne dure que  $25 \cdot 10^{-9}$  s. Calculer la fréquence.
- 7 Une installation de télécommande travaille avec 1,05 kHz. Déterminer la durée d'une période.
- 8 Une période dure  $1,15 \cdot 10^{-9}$  s. Quelle est la fréquence correspondante?
- 9 Lors d'une mise en parallèle avec le réseau à 50 Hz, une génératrice a une fréquence de 50,2 Hz. Calculer la différence entre la durée des périodes de ces deux oscillations.
- 10 La période d'un son dure 0,00119 s. Quelle est sa fréquence?
- 11 La télédiffusion à haute fréquence des PTT fonctionne entre 175 kHz (programme I) et 340 kHz (programme VI). a) Que durent les périodes de ces deux fréquences? Une fréquence de 33 kHz sépare les programmes les uns des autres. Calculer la différence entre la durée des périodes des programmes: b) I et II; c) V et VI.
- 12 L'émetteur du Chasseral qui dessert le téléphone à bord des automobiles a une fréquence de 72,6 MHz. Calculer la durée de sa période.
- 13 Une sirène à 8 pâles est entraînée par un moteur électrique qui fait 2850 tr/min. Quelle est la fréquence du son émis?

### 4.3 Pulsation

- 1 Quelle est la pulsation d'un courant alternatif de  $16\frac{2}{3}$  Hz?
- 2 La pulsation d'une tension est de 314 1/s. Calculer la fréquence correspondante.
- 3 Un convertisseur de fréquence donne un courant à 200 Hz. Calculer la pulsation de ce courant.
- 4 Quelle est la fréquence qui correspond à une pulsation de 2512 1/s?
- 5 En téléphonie, on admet une fréquence moyenne de 800 Hz. Quelle en est la pulsation?
- 6 Une commande à distance utilise une pulsation de 6594 1/s. Calculer sa fréquence.
- 7 Rechercher la pulsation d'une fréquence de 175 kHz.
- 8 Quelle est la pulsation du courant d'appel des PTT de 25 Hz?
- 9 La pulsation d'un circuit oscillant est de  $552,64 \cdot 10^6$  1/s. Calculer la fréquence.
- 10 Le domaine des fréquences d'un récepteur téléphonique s'étend de 300 à 3000 Hz. Quelles sont les pulsations respectives?

### 4.4 Fréquence et longueur d'onde

- 1 Quelle est la longueur d'onde d'un courant alternatif de 200 Hz?
- 2 Avec quelle fréquence un émetteur fonctionne-t-il si la longueur d'onde est de 1100 m?
- 3 Un émetteur à ondes ultra-courtes travaille avec 93,57 MHz. Sur quelle longueur d'onde peut-on capter cet émetteur?
- 4 Sur un appareil de radio, on peut capter une station sur une longueur d'onde de 387 m. Quelle en est la fréquence?
- 5 Un radar émet avec une longueur d'onde de 12,84 mm. Quelle est sa fréquence?
- 6 Pour la télécommande d'un éclairage public on utilise un courant à 1060 Hz. Calculer sa longueur d'onde.
- 7 Un radiateur à rayons ultra-violets pour «bains de soleil» émet à  $9 \cdot 10^{15}$  Hz. Quelle est la longueur d'onde de ces rayons?
- 8 Les longueurs d'onde des couleurs violette et rouge, sont respectivement de 400 nm et 720 nm. Déterminer les fréquences correspondantes à ces deux longueurs d'onde.

### 4.5 Loi d'Ohm

- 1 Quelle est la tension aux bornes d'une bobine de self-induction dont l'impédance est de  $36 \Omega$  et le courant de 2,42 A?
- 2 Un électro-aimant à courant alternatif est soumis à une tension de 226 V. Par quel courant est-il traversé si son impédance est de  $320 \Omega$ ?
- 3 Un courant de 173 A s'écoule au travers d'une bobine de self-induction qui est utilisée comme filtre de blocage dans une installation de télécommande. Quelle est son impédance si la tension à ses bornes est de 116 V?
- 4 Quelle est la tension aux bornes d'une bobine de self-induction qui a une impédance de  $1,25 \text{ k}\Omega$  et qui est parcourue par un courant de 8,8 mA?
- 5 L'impédance d'une bobine de relais est de  $18,6 \text{ k}\Omega$  et sa tension aux bornes de 240 V. Par quel courant est-elle traversée?
- 6 Calculer l'impédance d'une bobine d'un relais de 224 V, 23 mA.
- 7 Quel est le courant, en mA, qui traverse une bobine dont l'impédance est de  $1,56 \text{ k}\Omega$  et dont la tension aux bornes est de 21,2 V?
- 8 Les valeurs nominales du secondaire d'un transformateur sont: 48 V, 320 A. Quelle est l'impédance de ce circuit secondaire par rapport à ces valeurs nominales?

#### 4.6 Réactance d'induction

- 1 Déterminer la réactance d'induction d'une bobine de self-induction de 3,8 H soumise à une fréquence de 50 Hz.
- 2 Une bobine de self-induction possède une réactance de 475  $\Omega$ . Quelle est son inductance si la fréquence est de 200 Hz?
- 3 Quelle est la fréquence d'une bobine dont l'inductance est de 3,19 H et la réactance de 16 k $\Omega$ ?
- 4 Une bobine de 210 mH est alimentée par un courant de 60 Hz. Calculer sa réactance.
- 5 Une télécommande emploie une fréquence de 650 Hz et la bobine réceptrice a une réactance de 9,8  $\Omega$ . Quelle est son inductance?
- 6 Avec quelle fréquence doit fonctionner une bobine de 0,5 H et de 52,3  $\Omega$ ?
- 7 La plaquette signalétique d'une bobine de self-induction indique: 18,4 mH et 215 Hz. Quelle est sa réactance?
- 8 Une bobine d'un dispositif d'antiparasitage de 0,58 mH agit entre 175 et 340 kHz. Quelles sont les réactances qui correspondent à ces fréquences limites?
- 9 Pour le blocage de courants à haute fréquence, une station téléphonique est équipée d'une bobine de self-induction de 7,5  $\Omega$  et de 4,75 mH. Quelle réactance oppose-t-elle à une fréquence porteuse de 175 kHz?

#### 4.7 Réactance de capacité

- 1 Déterminer la réactance de capacité d'un condensateur de 2  $\mu$ F qui équipe une station téléphonique et lorsque cette dernière reçoit le courant d'appel à 25 Hz.
- 2 Quelle est la grandeur de la capacité d'un condensateur qui oppose une réactance de 42,5  $\Omega$  lorsque la fréquence s'élève à 2500 Hz?
- 3 Pour l'amélioration du facteur de puissance d'un moteur à courant monophasé, on branche en parallèle, un condensateur de 16  $\mu$ F. Quelle est sa réactance à 50 Hz?
- 4 La réactance d'un condensateur doit être de 720  $\Omega$  à 291 Hz. Calculer sa capacité.
- 5 Une station téléphonique est équipée d'un condensateur de 0,05  $\mu$ F. Quelle réactance oppose-t-il à un courant de conversation de 800 Hz?
- 6 Le condensateur d'un récepteur de télécommande possède une réactance de 840  $\Omega$  avec une fréquence de 475 Hz. Calculer sa capacité si la tension est de 11 V.
- 7 Un relais téléphonique possède un condensateur de 22 nF. Calculer sa réactance quand il est sollicité par un courant à 12 kHz.
- 8 A quelle fréquence un condensateur de 4  $\mu$ F a-t-il une réactance de 796  $\Omega$ ?
- 9 Un filtre possède un condensateur de 0,01  $\mu$ F. Calculer sa réactance pour une fréquence de 208 kHz.
- 10 Dans l'armature d'un tube fluorescent est incorporé un condensateur de 3,7  $\mu$ F. Quelle est sa réactance? a) à la fréquence du réseau, soit 50 Hz; b) à la fréquence de la télécommande, soit 1050 Hz.
- 11 Un condensateur de 6  $\mu$ F est branché entre phase et neutre. Quel est le courant de charge et de décharge sous 225 V et à 50 Hz?
- 12 Le courant d'un condensateur est de 78 mA lorsqu'il est soumis à une tension de 100 V à 50 Hz. Calculer: a) sa réactance; b) sa capacité.

#### 4.8 Impédance

- 1 Une bobine a une résistance de 42  $\Omega$  et une réactance de 56  $\Omega$ . Quelle est son impédance?
- 2 L'impédance d'une bobine de self-induction est de 320  $\Omega$  et sa résistance de 120  $\Omega$ . Calculer la réactance.

- 3 La bobine d'un électro-aimant a une impédance de  $375 \Omega$  et une réactance de  $360 \Omega$ . Calculer la résistance.
- 4 La résistance d'une bobine de relais est de  $400 \Omega$  et sa réactance de  $3,2 \text{ k}\Omega$ . Calculer son impédance.
- 5 Quelle est la réactance d'une bobine de self-induction dont la résistance est de  $1,414 \text{ k}\Omega$  et l'impédance de  $0,024 \text{ M}\Omega$ ?
- 6 Une bobine a une résistance de  $120 \Omega$  et une inductance de  $1,2 \text{ H}$ . Quelle est l'impédance lorsque la fréquence est de  $50 \text{ Hz}$ ?
- 7 La bobine d'un relais a une résistance de  $820 \Omega$  et emploie un courant de  $45 \text{ mA}$  sous  $220 \text{ V}$ . Calculer sa réactance.
- 8 L'impédance d'une bobine de contacteur est de  $6,45 \text{ k}\Omega$ . Une mesure de sa résistance donne  $620 \Omega$ . Quelle est la réactance de cette bobine à  $50 \text{ Hz}$ ?
- 9 Raccordée à une tension alternative de  $380 \text{ V}$ , une bobine de self-induction prend  $8,4 \text{ A}$ . En courant continu, cette bobine sera parcourue par ce même courant, à  $24,2 \text{ V}$  déjà. Déterminer: a) l'impédance; b) la réactance et c) la résistance de cette bobine.
- 10 La bobine de tension d'un compteur a une résistance de  $1800 \Omega$  et laisse passer un courant de  $16 \text{ mA}$  sous  $220 \text{ V}$ . Quelle est sa réactance?
- 11 Une bobine d'électro-aimant a une résistance de  $420 \Omega$  et une inductance de  $6,3 \text{ H}$ . Par quel courant est-elle traversée: a) sous  $36 \text{ V}$  continu? b) sous  $220 \text{ V}$  et  $50 \text{ Hz}$ ?

#### 4.9 Puissance apparente

- 1 Quelle est la puissance apparente d'une bobine qui est traversée par un courant de  $0,18 \text{ A}$  sous  $220 \text{ V}$ ?
- 2 Un transformateur monophasé a une puissance nominale de  $200 \text{ VA}$  sous  $36 \text{ V}$ . Quel est son courant nominal?
- 3 Avec un courant de  $11 \text{ A}$ , un appareil peut délivrer une puissance de  $400 \text{ VA}$ . Calculer la tension appliquée.
- 4 Une bobine de contacteur emploie un courant de  $13,1 \text{ mA}$  sous  $228 \text{ V}$ . Déterminer la puissance apparente.
- 5 A  $16 \text{ kV}$ , un transformateur monophasé a une puissance de  $5200 \text{ kVA}$ . Quel courant fournit-il?
- 6 Avec un courant de  $620 \text{ A}$ , une bobine de self-induction doit avoir une puissance apparente de  $350 \text{ kVA}$ . Quelle est aux bornes la tension nécessaire?
- 7 Quelle est la puissance apparente d'une armature de lampe fluorescente qui utilise un courant de  $0,4 \text{ A}$  sous  $226 \text{ V}$ ?
- 8 Une génératrice monophasée donne  $1,8 \text{ MVA}$  sous  $13 \text{ kV}$ . Quelle courant fournit-elle?
- 9 Quelle est en VA, la puissance d'attraction d'un électro-aimant qui fonctionne à partir de  $180 \text{ V}$  avec un courant de  $240 \text{ mA}$ ?
- 10 Quelle est la puissance apparente que prélève un transformateur de sonnerie qui utilise un courant de  $43,5 \text{ mA}$ , sous  $230 \text{ V}$ ?
- 11 Quelle est la puissance d'un court-circuit qui provoque l'écoulement d'un courant de  $14,4 \text{ kA}$  sous  $7,6 \text{ kV}$ ?
- 12 Quelle est la puissance apparente que peut transporter une ligne des CFF si la tension est de  $132 \text{ kV}$  et le courant de  $91 \text{ A}$ ?
- 13 Avec  $70 \text{ V}$  entre bornes, une résistance inductive utilise un courant de  $28,6 \mu\text{A}$ . Calculer sa puissance apparente.

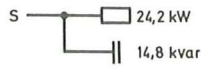
#### 4.10 Puissance active, réactive et apparente

Ces calculs doivent s'effectuer sans l'aide du cosinus  $\varphi$  et du sinus  $\varphi$ .

- 1 Les instruments de mesure d'une centrale d'électricité indiquent pour une génératrice  $11 \text{ MW}$  et  $4,2 \text{ Mvar}$ . Quelle est la puissance apparente de la génératrice?
- 2 Un transformateur de  $125 \text{ VA}$  délivre une puissance de  $80 \text{ W}$ . Quelle est sa puissance réactive?



- 3 Quelle est la puissance active si la puissance apparente est de 72 VA et la puissance réactive de 45 var?
- 4 A un certain moment de la distribution de l'énergie électrique, une ligne fournit 24,2 kW de puissance active à des consommateurs et 14,8 kvar de puissance réactive à une batterie de conden-



sateurs. Quelle est la puissance apparente qui résulte de cette situation?

- 5 Quelle est la puissance réactive d'un moteur dont la puissance apparente est de 16 kVA et la puissance active de 13,2 kW?
- 6 Selon les indications du schéma, déterminer la puissance active P.



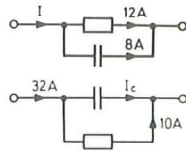
#### 4.11 Facteur de puissance

- 1 Une réclame lumineuse au néon absorbe 265 VA-170 W. Calculer le facteur de puissance.
- 2 La plaquette signalétique d'un transformateur indique 2,2 kVA. A cette puissance nominale, quelle est la puissance active délivrée si le facteur de puissance est de 0,628?
- 3 Une génératrice monophasée donne 620 kW avec un  $\cos \varphi = 0,82$ . Quelle est la puissance apparente?
- 4 Une génératrice a une puissance nominale de 1,2 MVA avec un  $\cos \varphi = 0,82$ . Quelle est la puissance réactive produite?
- 5 Déterminer le  $\cos \varphi$  d'un relais à 220 V dont les puissances sont respectivement de 3,1 VA et de 2 W.
- 6 Déterminer la puissance active d'une génératrice de 32 MVA si le facteur de puissance est de 0,8.
- 7 Sur une ligne, à la sortie d'une centrale d'électricité, on mesure une puissance de 5,4 MW et un facteur de puissance de 0,78. Quelle est la grandeur de la puissance apparente?
- 8 Un petit transformateur donne 82 VA avec un facteur de puissance de 0,75. Déterminer: a) le sinus  $\varphi$  b) la puissance inductive.
- 9 Le moteur d'une petite pompe utilise un courant de 2A, à 220 V et sa puissance active est de 400 W. Calculer le facteur de puissance de ce moteur.
- 10 Les mesures faites sur une bobine de contacteur donnent: 224 V; 55 mA;  $\cos \varphi = 0,12$ . Déterminer: a) la puissance apparente; b) le sinus  $\varphi$ ; c) la puissance active; d) la puissance réactive.
- 11 Les mesures opérées sur le côté primaire d'un transformateur ont donné les valeurs suivantes: 382 V; 0,62 kW; 11 A. Il s'agit de déterminer: a) la puissance apparente; b) le facteur de puissance; c) la puissance réactive.
- 12 Déterminer: a) la puissance active; b) la puissance réactive d'une lampe fluorescente avec ses accessoires si on relève: un facteur de puissance de 0,52, une tension de 225 V et un courant de 0,41 A.
- 13 Calculer le facteur de puissance d'une bobine de contacteur qui prélève un courant de 575 mA à 228 V et si la puissance active est de 72 W.
- 14 Un appareil de chauffage prélève à une tension de 395 V, un courant de 6,6 A. Quelle puissance indique le wattmètre introduit dans le circuit de cet appareil de chauffage?
- 15 Le moteur d'une pompe, possède les grandeurs nominales suivantes: 230 V; 50 Hz; 1580 tr/min; 28 W; 0,15 A; 4 pôles. Déterminer le facteur de puissance.
- 16 Une lampe à vapeur de sodium de 100 W est raccordée à 220 V et prélève 2,2 A. Le transformateur à fuites magnétiques provoque une perte de 23 W. Calculer le facteur de puissance du dispositif au complet.
- 17 D'après les indications d'une fabrique un petit moteur possède les caractéristiques suivantes: 24 V; 21 VA; 14 W. Quel est le courant prélevé par le moteur?
- 18 Un moteur, d'une puissance active de 0,75 kW a un facteur de puissance de 0,8. Quel courant demande-t-il sous 220 V?
- 19 Pour un dispositif d'allumage d'une lampe à fluorescence, la fabrique donne les renseignements suivants: pertes 10 W;  $\cos \varphi = 0,5$ ; 0,43 A. Quelle est la tension qui s'établit aux bornes de ce dispositif?
- 20 Une armature d'éclairage contient un tube fluorescent de 40 W, un dispositif d'allumage avec 10 W de pertes. La tension est de 220 V et le courant de 0,43 A. Par rapport au dispositif complet, calculer les puissances: a) apparente; b) réactive; c) active.

- 21 Une lampe à vapeur de mercure de 250 W reste allumée à 135 V et utilise un courant de 2,1 A. Sans tenir compte du système d'allumage, déterminer: a) la puissance apparente; b) la puissance réactive; c) le facteur de puissance.
- 22 Quel est le courant que demande un transformateur monophasé, à vide, si la tension aux bornes est de 218 V, le facteur de puissance de 0,366 et la puissance active prélevée, de 280 W?
- 23 A quelle tension est raccordée une bobine de self-induction qui a une puissance active de 14 W, un  $\cos \varphi = 0,33$  et qui prélève 180 mA?
- 24 Avec 66 kV de tension et un  $\cos \varphi$  de 0,75, une puissance s'élève à 1,24 MVA. Quelle est la grandeur du courant?
- 25 Une génératrice monophasée a une puissance de 3500 kVA avec une tension de 3,5 kV et un  $\cos \varphi = 0,7$ . Calculer: a) la puissance active; b) la puissance réactive; c) l'intensité du courant.

#### 4.12 Courant actif et réactif

- 1 Selon ce schéma, calculer le courant  $I$ .
- 2 Selon le schéma, quelle est l'intensité du courant  $I_c$ ?
- 3 Un courant de ligne de 320 A, comporte 200 A d'intensité réactive. Quel est le courant actif?
- 4 Le résultat d'un calcul donne 6,5 A de courant actif et 8 A de courant réactif. Quelles seront les indications données par l'ampère-mètre?
- 5 Un récepteur utilise un courant de 15 A avec un  $\cos \varphi = 0,707$ . Déterminer le courant actif.
- 6 Déterminer le courant réactif d'une bobine de self-induction qui prélève 3,2 A avec un facteur de puissance de 0,4.
- 7 Dans une station transformatrice, on mesure 432 A avec un facteur de puissance de 0,79. Quel est le courant actif?



- 8 Une bobine de self-induction emploie un courant de 5,4 A avec un  $\cos \varphi = 0,2$ . Calculer le courant réactif.
- 9 275 A s'écoulent au travers d'une ligne avec un facteur de puissance de 0,62. Déterminer les courants: a) actif; b) réactif.
- 10 Un moteur monophasé de 450 W sous 220 V, utilise un courant de 2,5 A. Déterminer: a) le facteur de puissance; b) le courant actif; c) le courant réactif.
- 11 La bobine d'un contacteur en fonction à 220 V possède une puissance apparente de 12 VA et 2,6 W de puissance active. Calculer les courants: a) de ligne; b) actif; c) réactif.
- 12 Les caractéristiques d'un aspirateur à poussières, sont: 216 V; 580 mA; 105 W. Quels sont les courants: a) actif; b) réactif?

#### 4.13 Energie active et réactive

- 1 Quelle énergie utilise un four de 1,2 kW durant 5½ h?
- 2 Un compteur enregistre une fourniture de 10,8 kWh durant 6 h. Quelle est la puissance du récepteur raccordé?
- 3 Durant combien de temps un four de 2400 W peut-il rester enclenché pour consommer 20 kWh?
- 4 Une batterie de condensateurs a une puissance réactive de 12 kvar et reste enclenchée durant 9 h et 20 min. Quelle énergie réactive a-t-elle produite?
- 5 Une armoire frigorifique prélève 80 W et il fonctionne, en moyenne, 4 h et 45 min par jour. Quelle est l'énergie employée durant un mois de 30 j?
- 6 Quelle est l'énergie réactive employée par une bobine de self-induction de 180 var, durant 8 h et 15 min?
- 7 Pour le contrôle d'une puissance, on a relevé sur un compteur une consommation de

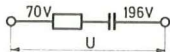
- 3,6 kWh pour une durée d'utilisation de 2 h et 25 min. Quelle est cette puissance?
- 8 Avec 1 kWh, combien de temps peuvent fonctionner des lampes à incandescence de: a) 25 W; b) 40 W; c) 75 W; d) 100 W?
  - 9 Un local est éclairé par 30 lampes fluorescentes de 46 W. Quelle est l'énergie dépensée pour un jour si ces lampes sont enclenchées de 6 h 15 à 8 h 15 et de 17 h 10 à 18 h 30?
  - 10 Au cours d'une journée de 24 h on a utilisé une énergie réactive de 14.600 kvarh. Quelle a été la puissance réactive moyenne raccordée?
  - 11 En combien de min une puissance réactive de 48 var donne-t-elle une énergie de 4 varh?
  - 12 Une pompe à circulation de 1/25 kW fonctionne durant 370 h. Quelle est sa consommation d'énergie s'il faut tenir compte d'un rendement global de 50%?
  - 13 Un moteur monophasé emploie un courant de 1,33 A, sous 225 V, avec un facteur de puissance de 0,8. Quelles sont, en 24 h, les dépenses d'énergie: a) active; b) réactive.
  - 14 Un compteur à énergie active indique une consommation de 12 kWh durant 5 h. D'autre part, à la sortie du compteur on mesure un courant de 11,9 A sous 226 V. Calculer le facteur de puissance.
  - 15 Après 30 j, un compteur d'énergie active indique une consommation de 120 kWh et le compteur d'énergie réactive, 72 kvarh. Calculer le  $\cos \varphi$  moyen de l'installation contrôlée par ces deux compteurs.
  - 16 Quelle est la consommation mensuelle (30 j à 8 h) d'une bobine de contacteur de 12 VA et d'un  $\cos \varphi = 0,42$ ?

#### 4.14 Calcul vectoriel

1 Deux tensions de 110 V sont déphasées de  $30^\circ$ . Déterminer la tension résultante.

2 Deux courants de 10 A sont décalés de  $37,5^\circ$ . Déterminer le courant résultant?

3 Déterminer la tension résultante U.



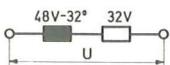
4 Quelle est la grandeur du courant I?



5 Deux tensions, de même fréquence, ont respectivement 120 V et 180 V. Déterminer la tension résultante si le déphasage est de  $25^\circ$ .

6 D'une borne, partent deux courants, l'un de 16 A et l'autre de 40 A. Ils sont décalés de  $40^\circ$ . Quel est le courant qui aboutit à la borne?

7 Déterminer la tension résultante U.

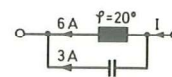


8 Une bobine de self-induction (3,7 A déphasés de  $60^\circ$ ) et un four (5,2 A) sont branchés en parallèle. Quel est le courant dans la ligne commune d'alimentation?

9 Un condensateur (400 V) et une bobine de self-induction de (600 V avec  $38^\circ$  de déca-

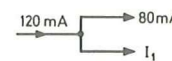
lage) sont branchés en série. Quelle est la tension globale?

10 Déterminer le courant I dans le conducteur.

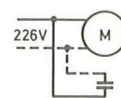


11 Une tension  $U_1$  de 210 V et une tension  $U_2$  sont décalées de  $65^\circ$  et leur addition vectorielle donne 280 V. Déterminer la grandeur de la tension  $U_2$ .

12 Les deux courants dérivés sont déphasés de  $45^\circ$ . Déterminer  $I_1$ .



13 Un moteur monophasé emploie un courant de 4,6 A sous 226 V et son facteur de puissance est égal à 0,82. La ligne qui alimente le condensateur placé en parallèle est parcourue par un courant de 1,5 A. Quel est le courant qui arrive par la ligne d'alimentation: a) si seul, le moteur fonctionne? b) si le condensateur est enclenché en parallèle? c) Quel est le facteur de puissance lorsque toute l'installation fonctionne? Quel est l'angle de déphasage entre tension et courant: d) du moteur? e) de toute l'installation en fonction?



Notes

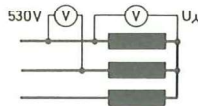
## 5 Courant triphasé

### 5.1 Grandeur simple et composée

1 La tension entre les conducteurs polaires d'un réseau triphasé à haute tension est de  $3 \times 231,8$  kV. La tension entre conducteurs polaires et la terre est de 134 kV. Calculer le rapport entre ces deux tensions.

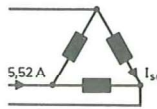
2 Sur un réseau triphasé à basse tension, on mesure entre conducteurs polaires et conducteur neutre, une tension de 220 V. Quelle est la tension composée ou celle du réseau?

3 Un transformateur, couplé en étoile, présente une tension de 530 V entre conducteurs polaires. Quelle est la tension entre ces derniers et le point neutre?



4 Trois corps de chauffe sont disposés en triangle et le courant dans l'un des trois est de 18,3 A. Quel est le courant dans la ligne d'alimentation?

5 La ligne d'alimentation fournit à ce moteur triphasé en triangle, un courant de 5,52 A. Quel est le courant qui traverse le bobinage entre phases?



6 Un corps de chauffe triphasé est couplé en étoile. Aux bornes d'un des éléments chauffants, on mesure 226 V. Quelle est la tension mesurée entre les bornes d'entrée?

7 La tension aux bornes d'une génératrice branchée en étoile est de  $3 \times 10,5$  kV. Calculer la tension simple d'une phase.

8 Un transformateur est couplé en triangle et le courant qui parcourt les bobinages est de 875 A. Quel courant mesure-t-on dans les conducteurs polaires?

9 Un moteur triphasé en triangle prélève au réseau un courant de 270 mA. Quel est le courant qui traverse les bobinages?

10 D'après les prescriptions la tension de défaut ne doit pas excéder 50 V. De cette donnée, qu'elle est la tension composée?

11 Une ligne de transport triphasée a une tension nominale de  $3 \times 50$  kV. Calculer la tension entre un conducteur polaire et la terre.

12 Un électro-aimant de freinage est branché en triangle. Le courant dans les bobines est de 2,28 A. Quel est le courant dans la ligne d'alimentation?

13 Une batterie de condensateurs est couplée en triangle et la ligne triphasée fournit un courant de 32 A. Calculer le courant que reçoit chaque condensateur.

### 5.2 Charge symétrique

#### 5.2.1 Puissance selon la tension et l'intensité du courant

1 Quelle est la puissance apparente fournie par un transformateur dont la tension est de  $3 \times 385$  V et le courant dans la ligne de 23,2 A?

2 Un chauffage prélève un courant de 12,5 A sous  $3 \times 515$  V. Calculer la puissance utile.

3 Quelle est la puissance réactive d'une batterie de condensateurs couplée en triangle à une tension de  $3 \times 388$  V et avec un courant en ligne de 65,1 A?

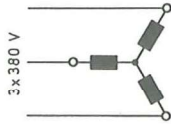
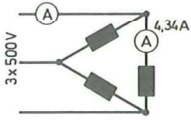
4 Une conduite à trois conducteurs sous  $3 \times 500$  V est assurée à 25 A. Quelle puissance apparente peut-elle transporter à ces valeurs nominales?

5 Déterminer la puissance utile d'un récepteur triphasé ( $\cos \varphi = 1$ ) qui est alimenté par un courant de ligne de 4,2 A sous  $3 \times 380$  V.

6 Calculer le courant nominal d'une génératrice triphasée qui peut fournir 8 kVA et  $3 \times 400$  V.

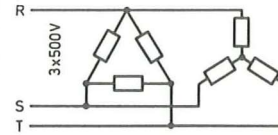
- 7 Quel est le courant demandé par une marmite basculante de 10,5 kW sous  $3 \times 380$  V?
- 8 Une batterie de condensateurs doit fournir sous  $3 \times 380$  V, une puissance réactive de 32 kvar. Quelle sera l'intensité du courant nécessaire?
- 9 La plaquette signalétique d'un récepteur indique: 5,5 kW et 8,3 A. Par contre l'indication de la tension est illisible. Pour quelle tension triphasée ce récepteur est-il construit?
- 10 L'installation de chauffage d'une piscine a une puissance de 510 kW sous  $3 \times 380$  V. Quel est le courant employé en pleine charge?
- 11 Quelle est la tension appliquée à un chauffe-eau triphasé de 3600 W et qui utilise un courant de 5,3 A?
- 12 Le radiateur d'un chauffage à air de 6 kW est réglable aux puissances suivantes: 0-2-4-6 kW. Calculer pour chaque réglage le courant prélevé si la tension est de  $3 \times 380$  V.
- 13 Un chauffe-eau de 1,2 m<sup>3</sup> possède une puissance de 10,2 kW pour une durée de chauffe de six heures. Calculer le courant utilisé avec une tension: a) de  $3 \times 380$  V; b) de  $3 \times 220$  V; c) Quel est le rapport entre ces deux intensités de courant?

### 5.2.2 Puissance selon la tension et la résistance

- 1 Un corps de chauffe, branché en étoile, a une résistance de  $230 \Omega$  par phase. Quelle en est la puissance si la tension est de  $3 \times 400$  V?
- 2 Un four à  $3 \times 380$  V doit posséder une puissance de 14,2 kW. Calculer la résistance d'un élément du corps de chauffe branché en étoile.
- 3 Cette bobine de self-induction triphasée a une puissance de 18 kVA. Calculer: a) le courant de phase; b) l'impédance par phase.
- 
- 4 La mesure de la résistance d'un corps de chauffe donne  $45 \Omega$  par élément placé en étoile. Chaque élément peut recevoir un courant de 4,9 A. Quelle est la puissance totale de ce corps de chauffe triphasé?
- 5 Trois résistances de  $150 \Omega - 130$  V sont couplées en étoile. Calculer: a) la tension composée; b) la puissance totale développée si chaque résistance est placée sous 130 V.
- 6 Les trois éléments chauffants en carbure de silicium d'un four à tremper, ont chacun une résistance de  $42,5 \text{ m}\Omega$ . La tension du réseau est de  $3 \times 50$  V. Calculer: a) le courant dans la ligne d'alimentation; b) la puissance totale du four couplé en étoile.
- 7 Les trois éléments chauffants d'un four couplé en triangle, ont chacun une résistance de  $30 \Omega$ . La tension du réseau est de  $3 \times 382$  V. Calculer la puissance de ce four.
- 8 Quelle est la résistance de phase d'un corps de chauffe triphasé en triangle de 9,6 kW et de  $3 \times 220$  V?
- 9 Un moteur de brûleur, branché en triangle, est placé sous  $3 \times 220$  V. L'impédance par phase est de  $120 \Omega$ . Calculer: a) le courant dans la ligne d'alimentation; b) la puissance apparente; c) le courant de phase.
- 10 A partir de trois résistances de  $32 \Omega$  et de 220 V, calculer: a) la puissance d'une résistance; b) la puissance totale si les résistances sont couplées en triangle; c) quelle doit être la tension du réseau si les résistances sont branchées en étoile et qu'elles doivent être soumises à leur tension nominale de 220 V?
- 11 Un appareil de chauffage est couplé en triangle à un réseau de  $3 \times 380/220$  V. Sa puissance est de 6,8 kW. Déterminer: a) le courant par phase; b) la résistance par phase.
- 12 Selon ce schéma, déterminer: a) le courant dans la ligne d'alimentation; b) la puissance totale; c) la résistance par phase.
- 
- 13 Un four est constitué par 3 éléments chauffants de  $25 \Omega$  chacun. La tension du réseau est de  $3 \times 380$  V. Calculer le courant dans un conducteur polaire si le couplage est: a) en triangle; b) en étoile.
- 14 Une batterie de condensateurs doit avoir, à  $3 \times 380$  V, une puissance de 32 kvar. Calculer la réactance des 3 condensateurs qui sont couplés en triangle.

- 15 Un four de céramiques possède trois corps de chauffe de  $87 \Omega$  chacun. La tension du réseau est de  $3 \times 500 \text{ V}$ . Calculer la puissance lors du couplage: a) en étoile; b) en triangle; c) quel est le rapport entre ces deux puissances?
- 16 Un four à incandescence doit développer une puissance de  $7,5 \text{ kW}$  sous  $3 \times 380 \text{ V}$ . Calculer la résistance par phase: a) en couplage en étoile; b) en couplage en triangle; c) quel est le rapport entre ces deux résistances?
- 17 Le schéma représente une installation de chauffage. Déterminer la puissance totale

sachant que toutes les résistances de phase ont la même valeur et que le couplage en triangle a une puissance de  $9 \text{ kW}$ .



- 18 Les corps de chauffe d'un four, couplé en étoile, ont une puissance de  $12 \text{ kW}$  à  $3 \times 220 \text{ V}$ . Un changement de la tension porté à  $3 \times 380 \text{ V}$  oblige de changer ces corps de chauffe. Quelle sera alors leur résistance par phase: a) en couplage en étoile? b) en couplage en triangle? c) quel est le rapport entre ces deux résistances de phase?

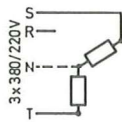
### 5.2.3 Puissance apparente, active, réactive. Facteur de puissance

- 1 Une génératrice possède les valeurs nominales suivantes:  $110 \text{ MVA}$ ;  $3 \times 13,8 \text{ kV}$ ;  $\cos \varphi = 0,82$ . Calculer: a) la puissance active; b) la puissance apparente.
- 2 Les mesures d'un moteur triphasé fonctionnant à vide, donnent:  $1,12 \text{ A}$ ;  $3 \times 388 \text{ V}$ ;  $150 \text{ W}$ . Quel est le facteur de puissance à ce régime?
- 3 Un four à haute fréquence prélève  $54 \text{ kVA}$  et respectivement  $48 \text{ kW}$ . La tension est de  $3 \times 500 \text{ V}$ . Calculer le courant employé.
- 4 Un transformateur a une tension au primaire de  $3 \times 10 \text{ kV}$  et prélève un courant de  $2,52 \text{ kA}$ . Calculer la puissance active si le facteur de puissance est de  $0,75$ .
- 5 Calculer le courant nominal d'une génératrice synchrone qui a une puissance de  $95 \text{ MVA}$  et une tension de  $3 \times 7,5 \text{ kV}$ ; le facteur de puissance est de  $0,8$ .
- 6 Quelle est la puissance active que peut transporter un câble TT de  $4 \times 50 \text{ mm}^2$  sous  $3 \times 390 \text{ V}$  avec un facteur de puissance de  $0,8$  et un courant nominal de  $125 \text{ A}$ , assuré par des coupe-circuits?
- 7 Un moteur triphasé dont le facteur de puissance est de  $0,82$ , prélève au réseau un courant de  $12,2 \text{ A}$  sous  $3 \times 380 \text{ V}$ . Calculer la puissance active reçue.
- 8 Des mesures faites sur un câble triphasé donnent:  $3 \times 508 \text{ V}$ ;  $120 \text{ A}$  et  $88,2 \text{ kW}$ . Calculer le facteur de puissance.
- 9 Quel est le facteur de puissance d'un moteur triphasé tournant à vide si des mesures donnent:  $3 \times 382 \text{ V}$ ;  $1,12 \text{ A}$  et  $116 \text{ W}$ ?
- 10 Une ligne aérienne triphasée à 2 conducteurs par phase ( $3 \times 120 \text{ mm}^2$ ) transporte une puissance de  $55 \text{ MW}$  avec  $3 \times 50 \text{ kV}$ . Calculer le courant dans un conducteur si le facteur de puissance est de  $0,9$ .
- 11 Un moteur triphasé possède les caractéristiques suivantes:  $3 \times 220 \text{ V}$ ;  $16 \text{ A}$ ;  $\cos \varphi = 0,85$ . Calculer les puissances: a) apparente; b) active; c) réactive.
- 12 Un transformateur de centrale débite un courant de  $605 \text{ A}$  sous  $3 \times 380 \text{ kV}$ , avec un  $\cos \varphi = 0,88$ . Déterminer: a) la puissance apparente; b) la puissance active.
- 13 Une génératrice fournit  $4,7 \text{ kA}$  sous  $3 \times 10,5 \text{ kV}$  avec un facteur de puissance de  $0,9$ . Calculer les puissances: a) apparente; b) active.
- 14 Une ligne à haute tension en  $2 \times 3 \times 620 \text{ mm}^2$ ,  $3 \times 380 \text{ kV}$  transporte  $400 \text{ MVA}$  avec un facteur de puissance de  $0,9$ . Déterminer les puissances: a) active; b) réactive; c) quel est le courant qui traverse un conducteur?
- 15 Les grandeurs nominales d'une génératrice d'un groupe de secours à moteur diesel, sont les suivantes:  $3 \times 380/220 \text{ V}$ ;  $11 \text{ kVA}$ ;  $\cos \varphi = 0,8$ . Calculer: a) le courant nominal; b) la puissance active nominale?

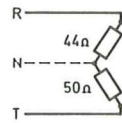
## 5.3 Charge asymétrique

### 5.3.1 Puissance

- 1 Les deux résistances ont chacune  $85 \Omega$ . Calculer la puissance.



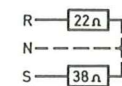
- 2 Quelle est la puissance totale si la tension appliquée est de  $3 \times 392/226 \text{ V}$ ?



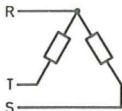
- 3 Déterminer la puissance totale.



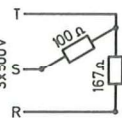
- 4 Calculer la puissance développée par ces deux corps de chauffe si la tension du réseau est de  $3 \times 370/214 \text{ V}$ .



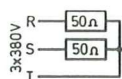
- 5 Calculer la puissance que donne ces deux résistances de  $240 \Omega$  chacune, placées sous  $3 \times 378 \text{ V}$ .



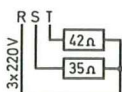
- 6 Quelle est la puissance de ce montage de deux résistances?



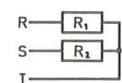
- 7 Calculer la puissance totale.



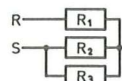
- 8 Quelle est la puissance que donnent ces deux résistances de chauffe?



- 9 La puissance de ce couplage est de  $12 \text{ kW}$  avec une tension de  $3 \times 500 \text{ V}$ . Calculer la grandeur d'une résistance,  $R_1$  et  $R_2$  étant pareilles.

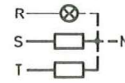


- 10 Sous  $3 \times 380 \text{ V}$ , un four couplé en étoile développe  $5 \text{ kW}$ . a) Quelle est sa puissance s'il est raccordé selon le schéma et si la tension reste la même? Quelle est la tension aux bornes de  $R_1$ ; b) en couplage en étoile? c) selon le couplage donné par le schéma?



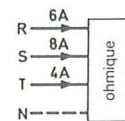
- 11 Sur un réseau triphasé  $3 \times 380/220 \text{ V}$ , les trois phases sont chargées comme suit: entre R et N:  $1,2 \text{ kW}$ ; entre S et N:  $1,82 \text{ kW}$ ; entre T et N:  $0,94 \text{ kW}$ . Déterminer la charge totale.

- 12 Les récepteurs suivants sont raccordés à  $3 \times 380/220 \text{ V}$ , un lampadaire de  $200 \text{ W} + 2 \times 60 \text{ W}$ ; trois lampes de  $75 \text{ W}$ ; un radiateur de  $800 \text{ W}$ ; une paroi chauffante de  $1,2 \text{ kW}$ . Calculer la puissance totale.



- 13 A un réseau interne, sont raccordés aux trois phases, les appareils suivants: entre R et N: 4 lampes à incandescence de  $75 \text{ W}$  et un four de  $1,2 \text{ kW}$ ; entre S et N: un radiateur de  $1,8 \text{ kW}$  et 5 lampes de  $75 \text{ W}$ ; entre T et N: un réchaud de  $1,2 + 1,8 \text{ kW}$  et 3 lampes de  $50 \text{ W}$ . Quelle est la puissance totale de raccordement?

- 14 A une tension de  $3 \times 388/224 \text{ V}$ , un câble conduit à un récepteur «ohmique» les courants indiqués par le schéma. Quelle est la puissance du récepteur?

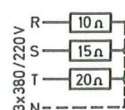


- 15 Dans un câble qui alimente une fabrique, s'écoulent les courants suivants:  $I_R = 62 \text{ A}$ ;  $I_S = 73 \text{ A}$ ;  $I_T = 51 \text{ A}$ . Le facteur de puissance est  $0,82$  et la tension de  $3 \times 380/220 \text{ V}$ . Quelle est la puissance que ce câble transporte momentanément?

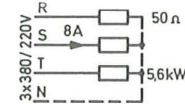
- 16 Cette ligne d'alimentation a une tension de  $3 \times 380/220 \text{ V}$  et un facteur de puissance de  $0,78$ . Calculer les puissances totales: a) apparente; b) active.



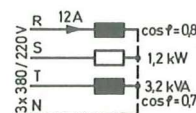
- 17 Calculer la puissance active développée par ce couplage.



- 18 Déterminer la puissance active que produit ce couplage.

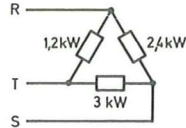


- 19 Calculer la puissance active totale de ces récepteurs.

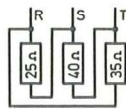




- 20 Quelle est la puissance de ce couplage en triangle sous  $3 \times 500$  V?

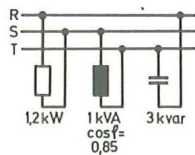


- 21 Ces trois résistances sont soumises à une tension de  $3 \times 392$  V. Calculer la puissance qu'elles développent.

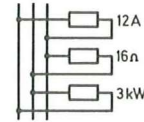


- 22 Trois éléments chauffants, respectivement de  $20 \Omega$ ,  $40 \Omega$  et  $50 \Omega$  sont couplés en triangle sous  $3 \times 395$  V. De combien de kW le réseau se charge-t-il?

- 23 Quelle est la puissance active que prélève cette installation au réseau de  $3 \times 220$  V?



- 24 Quelle est la puissance que demande cette installation au réseau de  $3 \times 378$  V?



- 25 Un câble à haute tension conduit les courants indiqués sous  $3 \times 10,4$  kV et avec un facteur de puissance de 0,92. Calculer les puissances transportées: a) apparente; b) active.



- 26 Un chauffe-eau à  $3 \times 380$  V a été équipé en triangle avec deux résistances de  $40 \Omega$  et, par erreur, d'une de  $30 \Omega$ . a) Quelle devrait être la puissance du chauffe-eau normalement équipé? b) Quelle est la puissance du chauffe-eau avec cette faute de montage?

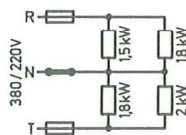
### 5.3.2 Courant dans le conducteur neutre

Les problèmes qui suivent sont, si possible, à résoudre vectoriellement.

- 1 Une lampe à incandescence de 150 W, 220 V est assurée par un coupe-circuit de 1 P+N. Déterminer le courant dans le conducteur neutre.
- 2 A un coupe-circuit de 1 P+N sont raccordés: 6 lampes à incandescence de 60 W et 2 de 100 W; 1 four de 1,2 kW. Quel est le courant qui passe par le sectionneur du neutre, la tension étant de 220 V?

- 3 24 lampes fluorescentes de 50 W; 220 V;  $\cos \varphi = 0,53$  sont séparées en deux groupes égaux et raccordées à un coupe-circuit 2 P+N. Quel est le courant dans le conducteur neutre commun?

- 4 Lors de la réparation d'une cuisinière électrique on a pu établir que le sectionneur du neutre du coupe-circuit 500 V, 25 A, 2 P+N a été détérioré par échauffement. Quels sont alors les courants: a) dans le conducteur polaire R; b) dans le conducteur polaire T; c) dans le conducteur du neutre N; d) peut-on attribuer la détérioration du sectionneur par le passage d'un courant trop élevé?



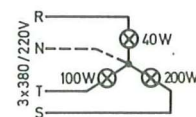
- 5 Un chauffe-eau possède trois corps de chauffe de 1330 W et 220 V, branchés en étoile. Tension du réseau:  $3 \times 380/220$  V.

- a) Déterminer le courant dans le conducteur neutre; b) faut-il raccorder le point du neutre avec le conducteur du neutre? c) déterminer le courant dans le conducteur neutre lorsqu'un des fusibles fond.

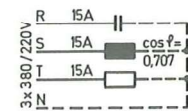
- 6 Au sortir d'un coupe-circuit 3 P+N, il a été mesuré dans les conducteurs polaires, les courants suivants:  $I_R = 6$  A;  $I_S = 11$  A;  $I_T = 4$  A avec un facteur de puissance de 0,82. Quel est le courant dans le conducteur du neutre?

- 7 Au sortir d'une station transformatrice et lors d'un contrôle, on a mesuré dans les conducteurs polaires, les courants suivants:  $I_R = 42$  A;  $I_S = 75$  A;  $I_T = 90$  A avec un  $\cos \varphi = 0,78$ . Déterminer le courant dans le neutre.

- 8 Trois lampes à incandescence ont été branchées selon ce schéma. Déterminer les courants: a) dans les conducteurs polaires; b) dans le conducteur neutre.



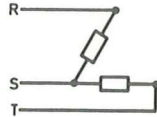
- 9 Déterminer le courant dans le neutre: a) selon les indications du schéma; b) lorsqu'il y a permutation entre R et T.



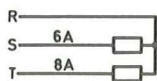
### 5.3.3 Courant dans les conducteurs polaires

Les problèmes qui suivent sont, si possible, à résoudre vectoriellement.

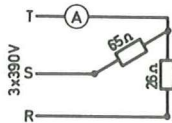
- 1 Quel est le courant dans le conducteur S si un courant de 7,5 A s'écoule dans les conducteurs R et T?



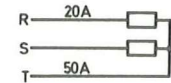
- 2 Déterminer le courant dans le conducteur R.



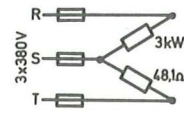
- 3 Quel est le courant indiqué par l'ampère-mètre?



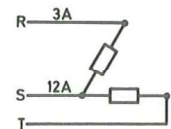
- 4 Déterminer le courant dans le conducteur polaire S.



- 5 a) Quels sont les trois courants qui traversent respectivement les fusibles R, S, T dont l'intensité nominale est de 10 A? b) Le fusible S est-il surchargé?

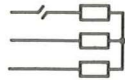


- 6 Déterminer le courant dans le conducteur polaire T.

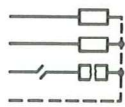


### 5.4 Rupture de conducteurs

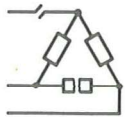
- 1 Les caractéristiques d'un chauffe-eau triphasé sont:  $3 \times 380$  V, 1500 l; 5 heures, 28,7 kW. Calculer les puissances: a) lors de la rupture d'un des conducteurs polaires; b) lors de la rupture entre un corps de chauffe et le point neutre; c) quel est le rapport qui s'établit entre la puissance nominale et la puissance lors d'une rupture d'un conducteur?



- 2 Un four branché en étoile a une puissance de 48 kW avec  $3 \times 380/220$  V. Calculer les puissances lors de la rupture: a) d'un conducteur polaire; b) à l'intérieur d'un corps de chauffe; c) quel est le rapport entre la puissance nominale et la puissance lors d'une rupture?



- 3 Un radiateur couplé en triangle a une puissance de 24 kW avec  $3 \times 380$  V. Quelles sont les puissances en cas de rupture: a) dans un conducteur polaire? b) dans un corps de chauffe? Quels sont les rapports entre la puissance nominale et: c) la puissance lors de la rupture d'un conducteur polaire? d) la puissance lors de la rupture à l'intérieur d'un corps de chauffe?

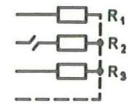


- 4 Ce radiateur, branché en étoile, est raccordé au réseau à  $3 \times 380/220$  V. Chaque corps de chauffe a une résistance de 80  $\Omega$ . Calculer: a) le courant nominal du radiateur en bon état; b) la puissance lors de la rupture du conducteur

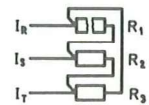


polaire sur  $R_3$ ; c) les tensions et les courants des trois corps de chauffe  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  lors de la rupture sur  $R_3$ .

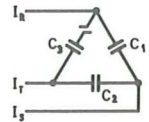
- 5 Ce four à  $3 \times 380$  V est couplé selon le schéma. Chaque corps de chauffe a une résistance de 12,5  $\Omega$ . On demande pour ce four en bon état: a) sa puissance totale; le courant dans les corps de chauffe; la tension aux bornes de ces corps de chauffe. En tenant compte de la rupture, on demande: b) la puissance; les courants dans les corps de chauffe; les tensions aux bornes des corps de chauffe.



- 6 Ce radiateur pour un chauffage à air chaud, est branché en triangle sous  $3 \times 220$  V. Chaque corps de chauffe a une résistance de 42  $\Omega$ . Calculer les puissances: a) du radiateur en bon état; b) du radiateur avec sa rupture. En tenant compte de la rupture, on demande: c) les courants et les tensions concernant les trois corps de chauffe; d) les courants dans les conducteurs polaires.



- 7 Cette batterie de condensateurs, branchée en triangle, a une puissance de 12 kvar et elle est soumise à une tension de  $3 \times 380$  V. Calculer: a) la puissance avec la rupture indiquée; b) les courants et les tensions des condensateurs en position intacte. Donner les courants dans les conducteurs polaires: c) avec le montage en ordre; d) avec le montage défectueux.

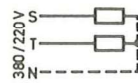


8 La plaque signalétique d'un appareil donne les caractéristiques suivantes:  $3 \times 380 \text{ V } \Delta$ ;  $13,6 \text{ A}$ ;  $9 \text{ kW}$ . Mais une détermination de la puissance à l'aide du compteur donne  $6 \text{ kW}$ . De quel défaut s'agit-il?

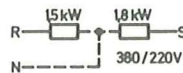
9 La mesure d'une puissance donne  $8 \text{ kW}$  puis la mesure de la résistance du circuit triphasé symétrique permet de déceler un fusible brûlé. Quelle est la puissance mesurée après le remplacement du fusible?

### 5.5 Rupture du conducteur neutre

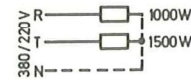
1 Ces deux éléments chauffants de  $1,2 \text{ kW}$  ( $220 \text{ V}$ ) chacun, équipent un chauffe-eau. On demande les puissances: a) en montage normal; b) lors d'une rupture du conducteur neutre; c) déterminer les tensions aux bornes des corps de chauffe lors d'une rupture du conducteur neutre.



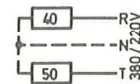
2 Un réchaud est équipé de deux plaques à  $220 \text{ V}$ , l'une de  $1,5 \text{ kW}$  et l'autre de  $1,8 \text{ kW}$ . Déterminer lors d'une rupture dans le conducteur neutre les puissances et les tensions aux bornes a) de la plaque de  $1,5 \text{ kW}$ ; b) de la plaque de  $1,8 \text{ kW}$ .



3 Quelle est la puissance de ce couplage de corps de chauffe lors de la rupture du conducteur neutre?



4 Deux résistances sont disposées selon le schéma. Calculer les courants et les puissances dans les cas suivants: premièrement avec la présence du conducteur neutre: a) de la plaque de  $40 \Omega$ ; b) de la plaque de  $50 \Omega$ ; deuxièmement avec une rupture du conducteur neutre; c) de la plaque de  $40 \Omega$ ; d) de la plaque de  $50 \Omega$ .

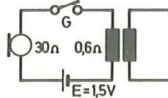


Notes

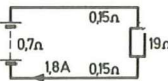
## 6 Force électromotrice et tension aux bornes

- Un accumulateur de 12 V possède une résistance intérieure de 70 mΩ. Calculer la tension aux bornes lorsqu'il débite 22 A.
- Lorsqu'une batterie de 4,5 V débite 0,6 A, sa tension aux bornes descend à 4,3 V. Déterminer sa résistance interne.
- En demandant à une batterie de 24 V, un courant de 1,6 A, sa tension aux bornes s'abaisse à 23,56 V. Quelle est sa résistance intérieure?
- Quel est le débit en A, d'une génératrice dont la résistance intérieure est de 90 mΩ et la chute de tension intérieure de 8,5 V?

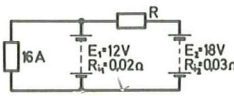
- Calculer le courant dans ce circuit microphonique lors de la fermeture du contact G, en admettant une résistance momentanée du microphone de 30 Ω.



- En considérant ce schéma, déterminer: a) la force électromotrice; b) la tension aux bornes de la batterie; c) la tension aux bornes du récepteur.

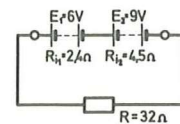


- Quelle doit être la grandeur en Ω de la résistance R afin d'avoir deux mêmes courants qui s'écoulent au travers des batteries?

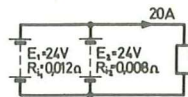


- Une batterie, avec une force électromotrice de 24 V et une résistance interne constante de 1,2 Ω, doit débiter 1,2 A puis 3 A. Calculer la différence entre les deux tensions aux bornes relatives à ces deux courants.
- Un poste de soudure à arc a une force électromotrice de 85 V. Avec un débit de 110 A, la tension à l'arc s'abaisse de 26% par rapport à la force électromotrice. Calculer la résistance de l'arc électrique.

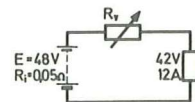
- En considérant ce schéma, déterminer: a) l'intensité du courant; b) la tension aux bornes de la batterie 1; c) la tension aux bornes de la batterie 2; d) la tension aux bornes du récepteur.



- Selon ce schéma, calculer: a) l'intensité du courant I1 dans la batterie 1; b) l'intensité du courant I2 dans la batterie 2; c) la tension aux bornes de la batterie 1; d) la tension aux bornes de la batterie 2.



- En considérant ce schéma, sur quelle valeur faut-il placer le curseur de la résistance R1?

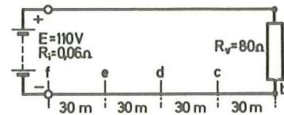


Notes

## 7 Court-circuit

### 7.1 Installations à courant continu

- Pour l'éclairage d'un véhicule, un fil de cuivre de 4,5 m de long et de 2,5 mm<sup>2</sup> est raccordé à la batterie de 12 V. Il se détache à son extrémité en touchant le châssis. Calculer le courant de court-circuit.
- Un allume-cigares a une résistance de 0,37 Ω et demande 15 A. La conduite d'amenée en cuivre a une longueur de 3,2 m et une section de 2,5 mm<sup>2</sup>. Quel est le courant qui s'écoule lorsque l'allume-cigares est court-circuité en considérant que la tension reste constante?
- Un démarreur de 600 W prélève un courant de 50 A par une ligne de 2,6 m de longueur et de 35 mm<sup>2</sup>. En état de blocage la résistance du démarreur est de 3,27 mΩ. Quel est, dans ce cas, le courant qui s'écoule si la batterie a une force électromotrice de 12 V et une résistance intérieure de 0,008 Ω?
- Une batterie de 12 V a une résistance intérieure de 18,4 mΩ. Calculer le courant de court-circuit: a) direct entre bornes; b) par l'intermédiaire d'un fil de cuivre de 3,6 m de longueur et de 1,5 mm<sup>2</sup> de section.
- Une batterie sèche de 4,5 V a un courant de court-circuit de 1,6 A. Quelle est sa résistance intérieure?
- Calculer le courant de court-circuit d'une génératrice de soudure d'une force électromotrice de 42 V et d'une résistance intérieure de 56 mΩ: a) direct entre bornes; b) par l'intermédiaire d'un fil de cuivre de 2 mm de Ø et de 1,2 m de longueur.
- Une batterie alimente un récepteur de 80 Ω par une ligne dont la résistance est de 4,2 Ω et la longueur de 120 m. On demande: a) le courant qui s'écoule normalement; b) les courants qui s'écouleraient accidentellement en cas de court-circuits aux points b, c, d, e, et f.



### 7.2 Installations à courant monophasé

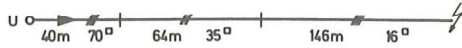
- Un court-circuit se produit à la fin de cette ligne. Quel en est le courant en admettant que la tension reste stable?
- A l'extrémité d'une ligne de 14 m, à partir du coupe-circuit, il se produit un court-circuit entre les conducteurs de cuivre de 2,5 mm<sup>2</sup>. A ce moment la tension au coupe-circuit s'abaisse à 190 V. Calculer le courant qui en découle: a) uniquement en tenant compte de la résistance de la ligne; b) en tenant compte d'une résistance supplémentaire de 0,1 Ω provenant du court-circuit.
- A l'extrémité d'une ligne en cuivre de 35 m de longueur et de 2 × 4 mm<sup>2</sup>, se produit un court-circuit. La ligne est alimentée par un transformateur dont la tension nominale est de 220 V. Cette tension s'abaisse de 8% durant le court-circuit. Calculer le courant de ce dernier.

### 7.3 Installations à courant triphasé

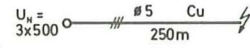
- Une ligne sous 3 × 380/220 V a une longueur de 42,5 m et une section de 4 × 6 mm<sup>2</sup> en cuivre. Lors d'un court-circuit à la fin de la ligne, cette tension s'abaisse à 190 V, respectivement à 110 V. Calculer le courant de court-circuit quand il se produit: a) entre deux conducteurs polaires; b) entre un des conducteurs polaires et le conducteur neutre.
- Un câble en cuivre à haute tension de 3 × 16 kV a une longueur de 2,4 km et une section de 3 × 25 mm<sup>2</sup>. Lors de travaux de terrassement, ce câble a été totalement endommagé si bien qu'il s'est produit un court-circuit entre tous les conducteurs. A ce moment, la tension s'est abaissée à 3 × 6 kV; a) quelle est l'intensité du courant de court-circuit? b)

quelle est la puissance développée par ce court-circuit?

- 3 Un trax a produit un court-circuit complet à la fin de cette conduite souterraine à  $3 \times 380/220$  V. Calculer le courant de court-circuit si la tension s'abaisse de 30%.



- 4 Selon ce schéma, calculer le courant de court-circuit si, durant ce dernier, la tension s'abaisse de 40% par rapport à la tension nominale.



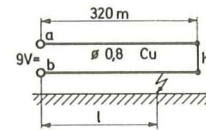


## 8 Mise à terre

- 1 Une ligne de contact en cuivre de  $90 \text{ mm}^2$  et de  $1,26 \text{ km}$  provoque une mise à terre dont la résistance de passage est de  $0,26 \Omega$ . Calculer le courant ainsi produit si la tension est de  $600 \text{ V}$  par rapport à la terre.
- 2 Une mesure de l'isolement entre pôle et terre donne  $31 \Omega$ . Quel est le courant qui s'écoule à la terre si la tension est de  $225 \text{ V}$ ?
- 3 D'après les prescriptions, la résistance d'isolement doit atteindre au minimum  $50 \text{ k}\Omega$  dans les locaux mouillés soumis à une tension jusqu'à  $300 \text{ V}$  par rapport à la terre. Selon ces données, calculer le courant de fuite.
- 4 Au km  $6,8$  d'une ligne aérienne  $3 \times 16 \text{ kV}$  sur poteaux en bois, on découvre un isolateur

défectueux. En cet endroit, la résistance entre le fil et la terre est encore de  $8,6 \text{ k}\Omega$ . On demande: a) le courant de fuite, le transformateur ayant son point neutre relié à la terre; b) la puissance dissipée en cet endroit défectueux.

- 5 Une mesure faite sur un câble de signalisation défectueux selon les indications du schéma, provoque le passage d'un



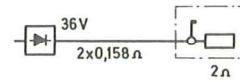
courant de  $1,065 \text{ A}$  dans le fil b et un courant de  $0,642 \text{ A}$  dans le fil a; les deux courants se dirigent vers la terre. Pour les besoins de l'essai, les deux conducteurs sont court-circuités en K. Déterminer la distance  $l$  entre la borne b et l'endroit défectueux.

Notes

## 9 Chute de tension et utilisation de la tension

### 9,1 Installations à courant continu

- 1 Au commencement d'une ligne, on dispose de 225 V. Avec quelle tension faut-il compter à la fin de la ligne si la chute de tension est de a) 3%; b) 5% par rapport à la tension nominale de 220 V?
- 2 Un redresseur alimente avec 225,2 V, un moteur électrique. Aux bornes de ce dernier règne une tension de 219,4 V. Donner la tension utilisée dans la ligne d'alimentation: a) en volts; b) en pour-cent par rapport à la tension nominale de 220 V.
- 3 La ligne d'alimentation d'un phare d'automobile est constituée par un conducteur en cuivre de 2,8 m de longueur et de 1,5 mm<sup>2</sup>. La lampe du phare prend 3,75 A sous 12 V. Calculer la tension utilisée par le conducteur: a) en volts; b) en pour-cent.
- 4 Le klaxon d'une auto est raccordé à la batterie par un conducteur de cuivre de 5,3 m de longueur et de 2,5 mm<sup>2</sup>. Le klaxon prélève 5,2 A sous 4,95 V. Quelle est la tension aux bornes de la batterie?
- 5 Un balai en charbon conduit un courant de 145 A à raison de 18 A/cm<sup>2</sup>. La tension qu'il utilise est de 1,72 V. Calculer la résistance du balai.
- 6 Un câble de mesure en cuivre, de 8,21 km de long et de 2 × 0,6 mm de Ø, réunit une centrale à son poste de commandement. Le courant employé est de 5 mA. a) Quelle est la tension utilisée par le câble? b) Quelle est la tension à la fin du câble si à son commencement elle est de 47,7 V?
- 7 Un redresseur alimente un récepteur de 2 Ω par l'intermédiaire d'une ligne de 36 m de longueur. Quelles sont les tensions à la fin de la ligne: a) lorsque l'interrupteur est ouvert? b) lorsque l'interrupteur est fermé?
- 8 Un moteur à courant continu est alimenté par une ligne en cuivre de 55 m de longueur et de 6 mm<sup>2</sup> de section. Le courant est de 21 A en régime normal et de 38 A au démarrage. La tension au moteur, en régime normal, est de 218 V. Calculer les tensions: a) au commencement de la ligne en régime normal; b) aux bornes du moteur lorsqu'il démarre.



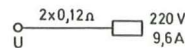
### 9.2 Installations à courant monophasé

- 1 Calculer la tension utilisée par un conducteur en cuivre de 21 m de longueur et de 6 mm<sup>2</sup> de section lorsqu'il est parcouru par un courant de mise à la terre de 58 A?
- 2 Quelle tension mesure-t-on entre le commencement et la fin d'un fil de terre de 8,2 m de longueur et d'un Ø de 4 mm (Cu) quand il sert de passage à un courant de 288 A?
- 3 Une barre collectrice en aluminium de 7,6 m de longueur et d'une section de 6 × 50 mm est parcourue par un courant de 450 A. On demande: a) la tension utilisée par cette barre; b) la puissance qui s'y dissipe.
- 4 a) Quelle tension faut-il consacrer pour faire passer un courant de 25 A au travers d'un boulon en laiton ( $\rho = 0,075 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ) d'un Ø de 4 mm et de 40 mm de long? b) Calculer la puissance dissipée.
- 5 On mesure 224,3 V au coupe-circuit général d'un immeuble et 220,9 V à une lampe au 1<sup>er</sup> étage. Calculer la chute de tension: a) en volts; b) en % par rapport à la tension nominale de 220 V.
- 6 100 m de fil d'installation possèdent, par rapport à leur section, les résistances suivantes:

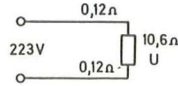
	a)	b)	c)	d)
Section mm <sup>2</sup>	1	1,5	2,5	4
R en Ω	1,75	1,16	0,7	0,437

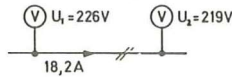
	e)	f)	g)
Section mm <sup>2</sup>	6	10	16
R en Ω	0,291	0,175	0,1093
- 7 Selon ce schéma, calculer: a) la tension utilisée dans la ligne; b) la tension du réseau U.



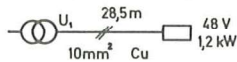
8 Déterminer la tension  $U$  aux bornes du récepteur.



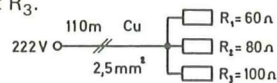
9 Quelle est la résistance de la ligne située entre les deux voltmètres?



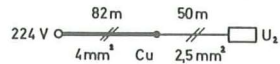
10 Quelle doit être la tension  $U_1$  au secondaire du transformateur afin que le récepteur obtienne sa tension nominale de 48 V?



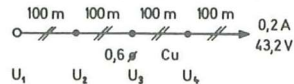
11 Donner la tension d'utilisation aux bornes des fours récepteurs lorsque ces derniers sont enclenchés comme suit: a)  $R_1$ ; b)  $R_1$  et  $R_2$ ; c)  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$ .



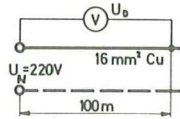
12 Calculer la tension  $U_2$  aux bornes du récepteur si le courant est de: a) 20 A; b) 10 A.



13 Déterminer les tensions  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  et  $U_4$ .



14 Avec un facteur de puissance de 0,8, un courant de 60 A circule dans cette ligne. On demande la tension utilisée par: a) le conducteur ( $U_D$ ); b) la ligne. Déterminer: c) la chute de tension en tenant compte du facteur de puissance; d) la tension à la fin de la ligne si celle-ci, au commencement, est de 220 V.



15 Une installation à haute tension de 50 kV utilise des tubes de cuivre de 30/26 mm de  $\varnothing$ . Quelle est la tension utilisée par un tube de

25 m de longueur s'il est parcouru par un courant de 500 A avec un facteur de puissance de 0,85?

16 Une ligne d'alimentation des CFF en cordes de cuivre de  $2 \times 95 \text{ mm}^2$  et de 1,75 km de longueur, peut débiter un courant de 340 A avec un facteur de puissance de 0,75. Calculer a) la chute de tension dans la ligne; b) la tension utilisée par un fil.

17 De quel matériau est constitué une ligne à deux fils de 69,5 m de longueur et d'une section de  $70 \text{ mm}^2$  si la chute de tension est de 6,75 V avec un courant de 150 A et un  $\cos \varphi = 0,75$ ?

18 Un transformateur de soudure (12 kW, 380 V,  $\cos \varphi = 0,8$ ) doit être raccordé à une ligne à deux fils en cuivre de 6 mm de  $\varnothing$  et de 240 m de longueur. On demande: a) la chute de tension en volts et en %; b) la tension au commencement de la ligne si le transformateur doit recevoir sa tension nominale.

19 Une polisseuse de parquets est équipée d'un moteur monophasé de 220 V qui demande 13 A avec un facteur de puissance de 0,85. Le cordon de raccordement en cuivre de  $3 \times 1 \text{ mm}^2$  a 45 m de long et se met à chauffer après un certain temps d'utilisation. Calculer: a) la chute de tension en volts et en %; b) la tension aux bornes du moteur en marche si la tension à la prise du réseau est de 226 V.

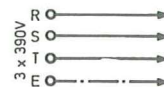
20 Quelle puissance utile peut-on transporter par une ligne monophasée de 100 m de longueur et d'une section de  $6 \text{ mm}^2$  Cu si la tension est de 220 V, le  $\cos \varphi$  de 0,9 et si, enfin, la chute de tension admise est de: a) 2%; b) 3%; c) 4%; d) 5%?

21 Une ligne monophasée d'une longueur de 65 m et d'une section de  $1,5 \text{ mm}^2$  Cu. Le facteur de puissance étant de 0,8, quel est le courant débité si la tension est de 220 V et la chute de tension limitée à 4%?

### 9.3 Installations à courant triphasé

1 Un voltmètre indique 392 V au commencement d'une ligne triphasée et 384 V à sa fin. Quelle est la chute de tension en volts et en % par rapport à la tension nominale de 380 V?

2 Un fil de cette conduite utilise une tension de 4,62 V. Le facteur de puissance = 1,0. Calculer a) la chute de tension en volts et en % par



- rapport à la tension nominale; b) la tension à la fin de la ligne.
- 3 Une charge ohmique est transportée par une ligne triphasée de 4 fils de  $0,4 \Omega$  chacun. Calculer la chute de tension lors d'un débit de 10 A, en volts et en % par rapport à la tension nominale de  $3 \times 380/220$  V.
  - 4 Un groupe de lampes, symétriquement raccordées, représente une puissance de 3,9 kW. La ligne d'alimentation a 80 m de longueur et une section de  $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Cu. Calculer la différence de tension entre le commencement et la fin de la ligne.
  - 5 Un câble posé dans le sol en  $4 \times 16 \text{ mm}^2$  Cu, amène un courant de 160 A à un four sous  $3 \times 380/220$  V. Quelle est la longueur du câble si la chute de tension est limitée à 3% ?
  - 6 Un chauffage de 5,5 kW est raccordé par une ligne de 55 m de longueur en  $4 \times 2,5 \text{ mm}^2$  Cu. Déterminer: a) la chute de tension en volts et en %; b) la tension aux bornes de l'installation de chauffage si la tension au commencement de la ligne est de  $3 \times 386$  V; c) la puissance dissipée dans la ligne d'alimentation.
  - 7 Quelle peut être la longueur d'un câble en cuivre de  $5 \times 6 \text{ mm}^2$  TT chargé, selon les prescriptions à son intensité maximum sous  $3 \times 380/220$  V si la chute de tension est de 2% et le  $\cos \varphi = 1,0$  ?
  - 8 Une installation d'éclairage de lampes à incandescence à 220 V, possède une puissance de 22 kW. Elle est alimentée par un câble de 320 m de longueur et de  $4 \times 25 \text{ mm}^2$  Cu. Calculer: a) la chute de tension en volts et en %; b) la chute de tension en volts et en % si l'alimentation se fait par un câble de  $4 \times 35 \text{ mm}^2$  en Al.
  - 9 Une ligne  $3 \times 380/220$  V a une résistance de  $0,24 \Omega$  par conducteur. Elle débite un courant de 28 A avec un  $\cos \varphi = 0,75$ . On demande: a) la chute de tension en volts et en %; b) la tension à la fin de la ligne si au commencement de celle-ci, on mesure  $3 \times 390$  V.
  - 10 Une sous-station est alimentée par une ligne aérienne à haute tension de  $3 \times 50$  kV; sa longueur est de 14 km et ses conducteurs sont en Aldrey de  $3 \times 240 \text{ mm}^2$ . La charge est symétriquement répartie et chaque conducteur est parcouru par 400 A avec un facteur de puissance de 0,91. Calculer: a) la variation de la tension entre le régime à vide et en charge; b) la tension au commencement de la ligne si à la sous-station elle est de  $3 \times 50,1$  kV.
  - 11 Un moteur triphasé  $3 \times 380$  V prélève une puissance de 36 kW avec un facteur de puissance de 0,82. Il est raccordé à une ligne d'alimentation de 32 m de longueur et de  $4 \times 16 \text{ mm}^2$  Cu. Calculer la tension aux bornes du moteur si la tension au commencement de la ligne est de  $3 \times 395$  V.
  - 12 Une ligne aérienne triphasée, longue de 2,6 km et d'un  $\varnothing$  de 6 mm Cu, transporte 90 A avec un  $\cos \varphi = 0,88$ . Quelle est la chute de tension ?
  - 13 Un moteur triphasé a les caractéristiques suivantes: 12 kW,  $3 \times 500$  V;  $\cos \varphi = 0,85$ ;  $\eta = 80\%$ . Il est alimenté par une ligne en cuivre de 80 m de longueur et de  $4 \times 6 \text{ mm}^2$  de section. On demande: a) la chute de tension en volts et en %; b) la tension à laquelle doit être soumise la ligne afin de respecter la tension nominale du moteur.
  - 14 Un moteur d'ascenseur de 20 kW,  $3 \times 380$  V,  $\cos \varphi = 0,86$ ,  $\eta = 0,85$  est alimenté par une ligne de 120 m de longueur et de  $4 \times 35 \text{ mm}^2$  Cu. Calculer: a) la chute de tension au régime du courant nominal; b) la chute de tension lors du démarrage alors que le moteur prélève un courant 5 fois plus grand que le courant nominal.
  - 15 Quelle peut être la longueur maximum d'une ligne en cuivre de  $3 \times 50 \text{ mm}^2$ ,  $3 \times 380$  V qui alimente un moteur de 25 kW,  $\cos \varphi = 0,86$ ,  $\eta = 87\%$  afin que la chute de tension ne soit pas plus grande de 5% lorsque le moteur démarre. A ce moment, son courant vaut 5 fois le courant nominal.
  - 16 Le moteur d'une station de pompage de 11 kW,  $\cos \varphi = 0,85$ ,  $\eta = 86\%$  est raccordé à une ligne de cuivre de  $4 \times 4 \text{ mm}$  de  $\varnothing$  et de 800 m de longueur. La tension au commencement de la ligne est de  $3 \times 395$  V. On demande: a) la tension aux bornes du moteur; b) la tension agissant sur l'installation d'éclairage de la station, sa propre puissance pouvant être négligée.

Notes

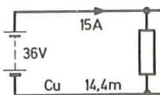
## 10 Calcul de lignes

### 10.1 Par rapport à la chute de tension

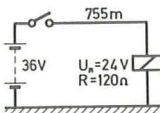
#### 10.1.1 Installations à courant continu

- 1 Le conducteur en cuivre qui relie le régulateur à la batterie de 6 V d'une automobile, a 2,4 m de longueur et conduit un courant de 15,5 A. La chute de tension ne doit pas dépasser 0,3 V. a) Dans ces conditions, quelle est la section minimum du conducteur? b) Quelle est la section normalisée supérieure qu'il faut choisir?

- 2 Dans le circuit de cette batterie, la chute de tension peut être au maximum de 4%. Déterminer: a) la section des conducteurs; b) leur section normalisée; c) l'intensité nominale du coupe-circuit.



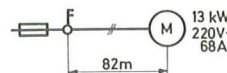
- 3 Ce relais est commandé à distance par un seul fil. La tension aux bornes du relais doit être au minimum de 24 V. La tension de la batterie est de 36 V. Quel  $\varnothing$  minimum (0,5; 0,6; 0,8 mm) faut-il choisir pour le conducteur, la résistance de la terre pouvant être négligée.



- 4 Un four de 5 kW est alimenté par une ligne à deux fils de cuivre de 80 m de longueur. La tension du réseau à courant continu est de 220 V. La chute de tension admissible est de 2%. On demande: a) la section minimum des fils; b) la section normalisée de ces fils; c) l'intensité nominale du coupe-circuit.

- 5 Un câble pour télémesure à deux fils de cuivre a une longueur de 12,6 km et il est parcouru par un courant maximum de 5 mA avec une chute de tension qui ne doit pas dépasser 2,8%. La tension d'alimentation est de 110 V. Déterminer: a) la section minimum des fils; b) le  $\varnothing$  des fils, à choisir entre 0,6; 0,8 et 1 mm.

- 6 Ce moteur est à courant continu; la chute de tension dans la ligne est limitée à 4%. a) Quelle est la section que le calcul nous donne pour les conducteurs de la ligne? b) quelle section faut-il choisir selon les prescriptions?



#### 10.1.2 Installations à courant monophasé

- 1 Une ligne en cuivre à deux fils, de 80 m de longueur, doit conduire un courant de 10 A avec une chute de tension qui ne doit pas dépasser 4,5 V. a) Quelle est la section que donne le calcul; b) Quelle est la section normalisée à choisir?
- 2 Il s'agit d'étudier si une installation de chauffage à infra-rouge de  $3 \times 1,2$  kW, 220 V, peut être alimentée par une ligne en cuivre de 120 m de longueur et de 4 mm<sup>2</sup>, la chute de tension restant limitée à 5%. a) Quelle est la section que donne le calcul? b) Cette section peut-elle convenir à la réalisation de ce raccordement?
- 3 Un chauffe-eau de  $1 \times 380$  V, 2,4 kW doit être provisoirement raccordé par une ligne en cuivre de 95 m de longueur avec une chute de tension de 6% au maximum. Quelle est la section: a) obtenue par le calcul? b) qu'il faut adopter selon les prescriptions? c) Déterminer l'intensité nominale du coupe-circuit.

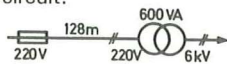
- 4 Dans une ligne en cuivre de  $2 \times 1,5$  mm<sup>2</sup> s'écoule un courant de 10 A. La chute de tension est limitée à 2% de 220 V. Quelle peut être la longueur maximum de cette ligne?
- 5 Un luminaire est équipé d'une lampe halogène de 2 kW, 220 V et il est alimenté par un câble de cuivre de 114 m de longueur. La chute de tension ne doit pas dépasser 1,8%. Déterminer: a) la section minimum du câble; b) la section normalisée; c) l'intensité du coupe-circuit; d) la section par rapport à l'intensité du coupe-circuit. e) En définitive quelle section doit-on réellement choisir?
- 6 Pour l'éclairage d'un puits on utilise 3 lampes de 40 W qui sont alimentées par une ligne de 42 m de longueur. La chute de tension ne doit pas dépasser 3%. Calculer puis choisir les sections des conducteurs de cuivre nécessaires à cette alimentation si la tension est de: a) 12 V; b) 24 V; c) 36 V et d) 48 V.

Représenter graphiquement les sections données par le calcul en fonction de la tension.

- 7 Pour l'éclairage d'un chantier il est nécessaire d'installer 15 lampes à incandescence de 25 W, 36 V. Le raccordement peut se faire à partir d'une baraque distante de 60 m. La chute de tension ne doit pas dépasser 6%. Calculer la section de la ligne lorsque le transformateur de 220/36 V est installé: a) dans la baraque; b) sur le chantier.



- 8 Le transformateur à fuites magnétiques pour l'alimentation de tubes luminescents a une puissance de 600 VA et un  $\cos \varphi = 0,78$ . Il est raccordé à une ligne monophasée en cuivre de 128 m de longueur et dans laquelle la chute de tension ne doit pas dépasser 2%. Déterminer les sections: a) par le calcul; b) normalisée; c) celle qui correspondrait à l'intensité du coupe-circuit.



- 9 Un moteur monophasé à rotor en court-circuit et avec condensateur développe 1,1 kW avec un facteur de puissance de 0,9 et un rendement de 75%. La tension est de 220 V. La ligne d'alimentation en cuivre est de 37 m de longueur et la chute de tension qu'elle provoque est de 4%. On demande les sections: a) calculée; b) normalisée; c) à quelle intensité faut-il régler le disjoncteur qui protège le moteur?
- 10 Selon le problème N° 9 ci-dessus quelles sont les sections: a) calculée; b) normalisée,

si la longueur de la ligne d'alimentation est de 74 m, c'est-à-dire qu'elle est deux fois plus longue?

- 11 Par une ligne à 2 fils en cuivre de 100 m de longueur, il s'agit de transmettre une puissance de 2,2 kW avec une chute de tension limitée à 5% des 220 V du réseau. Le facteur de puissance est respectivement de: a) 1,0; b) 0,9; c) 0,8; d) 0,7 et e) 0,6. Déterminer les sections pour ces différents cas.
- 12 Par une ligne à 2 fils en cuivre de 100 m de longueur, il s'agit de transmettre une puissance de 5 kVA avec une chute de tension limitée à 4% des 220 V du réseau. Le facteur de puissance est respectivement de: a) 1,0; b) 0,9; c) 0,8; d) 0,7 et e) 0,6. Déterminer les sections pour ces différents cas. f) Représenter graphiquement ces sections en fonction des facteurs de puissance.
- 13 Quelle peut être la longueur d'un câble en cuivre,  $Gd 2 \times 1 \text{ mm}^2$  qui doit alimenter un moteur de 1,5 kW, 220 V,  $\cos \varphi = 0,78$   $\eta = 75\%$ , la chute de tension étant limitée à 3%?
- 14 Une croisée de routes doit être éclairée avec des luminaires à 220 V. C'est ainsi que 12 mâts sont équipés chacun d'une lampe à vapeur de mercure de 268 W et d'une lampe à vapeur de sodium de 118 W. Les facteurs de puissance sont de 0,46 en régime non compensé et de 0,95 en régime compensé. La chute de tension est de 4% au maximum. Le câble d'alimentation, à deux conducteurs, a une longueur de 235 m. Déterminer la section des conducteurs du câble en régime: a) non compensé; b) compensé.

### 10.1.3 Installations à courant triphasé

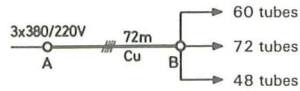
- 1 Une colonne montante en cuivre de 28 m,  $3 \times 380/220 \text{ V}$  est assurée à 60 A. La chute de tension ne doit pas dépasser 0,5%. Déterminer: a) la section donnée par le calcul; b) la section normalisée. Le courant entrant en considération est de 60 A avec  $\cos \varphi = 1,0$ .
- 2 Un câble triphasé en aluminium de 180 m de longueur doit transporter une charge ohmique de 30 kW avec une chute de tension maximale de 3%. La tension est de  $3 \times 500 \text{ V}$ . On demande: a) le courant dans un conducteur polaire; b) la section calculée de ce conducteur; c) la section normalisée correspondante.
- 3 Un appareil de chauffage de 6 kW,  $3 \times 500 \text{ V}$  est installé dans un silo. La ligne d'alimentation a une longueur de 42 m et la chute de tension est limitée à 2%. Déterminer: a) la section que donne le calcul; b) la section correspondante que donnent les prescriptions.
- 4 Dans une cantine de fête, il s'agit d'alimenter provisoirement: une cuisinière de 7,6 kW, l'éclairage de 4,2 kW et divers appareils demandant au total 2,8 kW. On admet une répartition symétrique et un emploi simultané de tous les récepteurs. La tension est de  $3 \times 380/220 \text{ V}$  et la chute de tension dans la ligne d'alimentation en cuivre de 260 m de



longueur, ne doit pas dépasser 5%. Déterminer: a) le courant dans la ligne; b) la section; c) la section normalisée; d) l'intensité du coupe-circuit. e) D'après les prescriptions qu'elle est la section qui suffirait par rapport à l'intensité nominale du coupe-circuit?

5 Un restaurant, avec une charge ohmique de 12 kW, est alimenté par une ligne aérienne en cuivre de  $3 \times 380/220$  V et de 1,4 km de longueur. La chute de tension ne doit pas dépasser 4,5%. On demande: a) la section des conducteurs de la ligne; b) leur  $\varnothing$ , qu'il faut choisir entre 6, 7 ou 8 mm.

6 Une halle de fabrique est éclairée par des tubes fluorescents de 51 W répartis symétriquement et compensés ( $\cos \varphi = 0,95$ ). La chute de tension dans la ligne d'alimentation de A à B est limitée à 1,8%. Déterminer: a) la section des conducteurs polaires; b) la section correspondante normalisée; c) par rapport au courant et à l'intensité nominale des coupe-circuits quelle serait la section suffisante pour les conducteurs polaires?

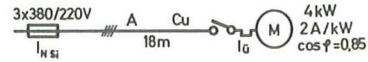


7 Des moteurs à courant triphasé d'une puissance totale de 43 kW ( $\cos \varphi = 0,7$ ) sont raccordés par un câble en aluminium de 65 m de longueur, avec une tension de  $3 \times 500$  V. La chute de tension est limitée à 5%. On demande: a) la section calculée; b) la section normalisée; c) l'intensité nominale des coupe-circuits; d) la section qu'il faut vraiment adopter.

8 Un four à haute fréquence pour le chauffage des métaux donne une puissance de 25 kW avec un rendement de 55% et un facteur de puissance de 0,95. La ligne en cuivre a une longueur de 170 m et la chute de tension ne doit pas dépasser 3,2%. Il s'agit de déterminer les sections données par le calcul et les sections correspondantes normalisées: a) à  $3 \times 380$  V; b) à  $3 \times 220$  V.

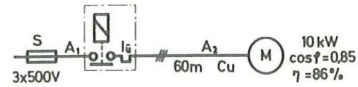
9 Un moteur d'ascenseur de 12 kW ( $3 \times 380$  V, 2 A/kW,  $\cos \varphi = 0,87$ ) est raccordé à une ligne en cuivre de 120 m de longueur. Lors du démarrage, le moteur prélève un courant 6 fois plus grand que le courant nominal. On demande: a) la section des conducteurs donnée par le calcul; b) la section correspondante normalisée.

10 Sachant que dans cette installation de moteur la chute de tension est limitée à 2%, on demande: a) l'intensité de réglage du disjoncteur; b) l'intensité nominale des fusibles rapides montés en amont; c) la section obtenue par le calcul et adoptée selon les prescriptions; d) la section des conducteurs selon l'intensité nominale des fusibles; e) la section des conducteurs définitivement adoptée.

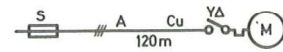


11 Reprendre toutes les questions du problème N° 10 mais en considérant une ligne de 48 m de longueur.

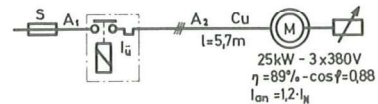
12 Ce moteur à rotor en court-circuit  $3 \times 500$  V doit démarrer directement en charge. La chute de tension est limitée à 4%. Déterminer: a) le courant nominal du moteur; b) le courant de démarrage qui vaut 8 fois le courant nominal; c) l'intensité nominale des fusibles rapides; d) la section de la ligne  $A_1$ ; e) l'intensité réglée au disjoncteur; f) la section de la ligne  $A_2$  (par le calcul et normalisée).



13 Ce moteur, installé dans une fabrique de ciment, a une puissance de 22 kW et possède un démarreur étoile/triangle. La chute de tension ne doit pas dépasser 5%. Les caractéristiques du moteur sont les suivantes:  $3 \times 380$  V,  $\eta = 88\%$ ,  $\cos \varphi = 0,88$ . Déterminer: a) la section des conducteurs obtenue par le calcul et la section normalisée correspondante; b) l'intensité nominale des fusibles rapides, respectivement des fusibles retardés; c) la section de la ligne A dépendante de l'intensité nominale des fusibles.

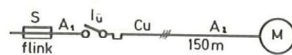


14 Il s'agit de l'installation d'un moteur à bagues. Déterminer: a) le réglage de l'intensité du disjoncteur à maximum de courant; b) le courant nominal des fusibles rapides; c) la section de la ligne  $A_1$ ; d) la section de la ligne  $A_2$  selon le calcul et d'après la grandeur normalisée.



15 Reprendre le problème N° 14 avec une ligne de 114 m dans laquelle la chute de tension est limitée à 5%. On demande: a) le réglage de l'intensité du disjoncteur; b) le courant nominal des fusibles rapides; c) la section de la ligne A<sub>1</sub>; d) la section de la ligne A<sub>2</sub> selon le calcul et d'après les normes; e) la section qu'il faudrait vraiment appliquer.

16 Il s'agit d'un moteur triphasé à rotor en court-circuit aux caractéristiques suivantes:

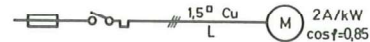


- 4 kW,  $\cos \varphi = 0,84$ , commutable à:  
 3 × 220 V: 3,5 A/kW  
 3 × 380 V: 2 A/kW  
 3 × 500 V: 1,6 A/kW

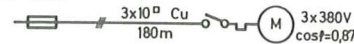
Chute de tension fixée à 4%, au régime de la marche normale:

Grandeurs recherchées	Avec une tension du réseau de:
a) Courant nominal du moteur	3 × 220 V
b) Courant nominal du moteur	3 × 380 V
c) Courant nominal du moteur	3 × 500 V
d) Intensité des coupe-circuits	3 × 220 V
e) Intensité des coupe-circuits	3 × 380 V
f) Intensité des coupe-circuits	3 × 500 V
g) Section de la ligne A <sub>1</sub>	3 × 220 V
h) Section de la ligne A <sub>1</sub>	3 × 380 V
i) Section de la ligne A <sub>1</sub>	3 × 500 V
k) Section de la ligne A <sub>2</sub> (selon le calcul et la grandeur normalisée)	3 × 220 V
l) Section de la ligne A <sub>2</sub>	3 × 380 V
m) Section de la ligne A <sub>2</sub>	3 × 500 V

17 Un moteur triphasé 3 × 380 V à rotor en court-circuit de 3 kW est alimenté par une ligne de cuivre d'une section de 1,5 mm<sup>2</sup>. Quelle longueur de ligne peut-on envisager si la chute de tension est respectivement de: a) 1%; b) 2%; c) 3%; d) 4% et e) 5%?



18 Il s'agit d'étudier si l'on peut raccorder ce moteur triphasé Y/Δ à rotor en court-circuit de 18 kW (2 A/kW) à une ligne provisoire en cuivre de 3 × 10 mm<sup>2</sup> et de 180 m de longueur si la chute de tension ne doit pas dépasser 6%.



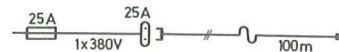
## 10.2 Par rapport à la perte de puissance

1 Le rendement de ce câble doit atteindre au moins 95%. On demande: a) l'intensité nominale du coupe-circuit; b) la section de la ligne en rapport avec cette intensité nominale; c) la section calculée et normalisée lorsque l'on tient compte du rendement imposé.



2 Un câble transportable de 100 m est couplé à une prise de 25 A. La puissance dissipée ne doit pas dépasser le 4% lors de l'utilisation du courant nominal. Quelle section faut-il adopter pour ce câble en cuivre lorsque le

facteur de puissance est de: a) 1,0? b) 0,8? c) Quelle est la section minimum qui correspondrait à l'intensité nominale du coupe-circuit?



3 Un four de 15 kW, 3 × 48 V est alimenté par une ligne de 60 m dont le rendement doit être au minimum de 92%. On demande: a) la section de la ligne en cuivre; b) la section de la ligne en aluminium; c) l'intensité minimum des fusibles; d) la section de la ligne en cuivre qui correspond à l'intensité minimum des fusibles.

4 Une colonne montante en cuivre,  $3 \times 380$  V/220 V a une longueur de 42 m. Le facteur de puissance moyen est de 0,8. La colonne conduit 100 A et elle est assurée pour cette même intensité. La chute de tension comme la perte de puissance sont limitées à 1% au maximum. Quelle est la section: a) selon

l'intensité des coupe-circuits et d'après les prescriptions? b) donnée selon les calculs et la grandeur normalisée si l'on tient compte de la chute de tension? c) donnée selon les calculs et la grandeur normalisée si l'on tient compte de la perte de puissance? d) réellement adoptée?

Notes

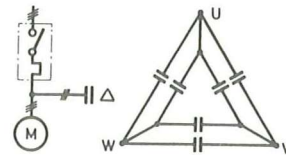
## 11 Amélioration du facteur de puissance

### 11.1 Installations à courant monophasé

- 1 L'armature d'une lampe fluorescente à 220 V et avec un facteur de puissance de 0,55, absorbe une puissance de 46 W, respectivement de 83 VA. a) Quelle est la puissance réactive de l'armature? b) Quelle serait la capacité et la puissance réactive pour atteindre un  $\cos \varphi = 1,0$ ? c) Calculer ces deux dernières grandeurs pour atteindre un  $\cos \varphi = 0,95$ .
- 2 Un luminaire d'éclairage public possède les caractéristiques suivantes: 220 V, 1,8 A, 140 W. On demande: a) le facteur de puissance; b) la puissance réactive; c) la puissance réactive et la capacité du condensateur pour atteindre un  $\cos \varphi = 0,8$ ; d) la puissance réactive et la capacité du condensateur pour atteindre un  $\cos \varphi = 0,9$ .
- 3 21 lampes à vapeur de mercure sont installées dans une halle de machines. Ces lampes sont réparties en trois groupes sur 1 P+N. Pour améliorer le facteur de puissance chaque groupe est équipé d'un condensateur. Le  $\cos \varphi$  doit s'élever à 0,95. Déterminer la grandeur d'un condensateur si les lampes ont les caractéristiques suivantes: 220 V; 2,04 A; 265 W;  $\cos \varphi = 0,56$ .
- 4 Le facteur de puissance d'un moteur monophasé (1,5 kW,  $\eta = 73\%$ , 220 V) doit s'améliorer de 0,65 à 0,91. Calculer: a) la puissance réactive, sans compensation et avec compensation; b) la capacité du condensateur de compensation; c) le courant dans la ligne, sans compensation et avec compensation.
- 5 Une réclame lumineuse au néon a une puissance de 170 W sous 220 V et un facteur de puissance de 0,42. Déterminer: a) la puissance réactive; b) la capacité du condensateur pour élever le facteur de puissance à 0,95.
- 6 Pour des travaux sur un chantier, on utilise un petit transformateur de soudure à 220 V. Il prélève un courant de 14 A avec un facteur de puissance de 0,6. Calculer la capacité du condensateur nécessaire pour élever le  $\cos \varphi$  à 0,9.
- 7 Une lampe à vapeur de mercure avec sa bobine de self-induction, a une puissance de 1045 W. Elle prélève 7,5 A sous 220 V. Le condensateur de compensation est de  $60 \mu\text{F}$ . Quelle est la grandeur du facteur de puissance: a) en régime non compensé? b) en régime compensé?

### 11.2 Installations à courant triphasé

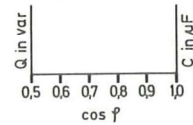
- 1 La ligne d'alimentation d'une entreprise transporte 22 kW avec un  $\cos \varphi = 0,65$ . Calculer: a) la puissance réactive; b) la puissance réactive avec une amélioration du  $\cos \varphi$  à 0,8; c) la puissance réactive que doit développer la batterie de condensateurs; d) la puissance réactive d'un condensateur.
  - 2 Une installation prélève 1300 W, respectivement 2000 VA de puissance apparente. Déterminer: a) le facteur de puissance; b) la puissance réactive; c) la puissance réactive de la batterie de condensateurs si le  $\cos \varphi$  doit atteindre 0,85.
  - 3 Un moteur de funiculaire de 120 kW a un rendement de 0,9 et un  $\cos \varphi$  de 0,8. Une batterie de condensateurs améliore le  $\cos \varphi$  en l'élevant à 0,95 ce qui a pour effet de diminuer le courant dans la ligne à  $3 \times 380$  V.
- Calculer: a) la puissance réactive avant et après la compensation; b) le courant dans la ligne avant et après la compensation; c) la puissance réactive de la batterie de condensateurs; d) la capacité d'un condensateur de la batterie qui en contient six semblables.



- 4 Dans une installation ( $3 \times 380/220$  V) les courants des conducteurs polaires de 28 A sont en retard de  $55^\circ$  par rapport aux tensions en étoile. Le facteur de puissance doit être amélioré et atteindre 0,8. Déterminer: a)

les puissances: apparente, active et réactive non compensées; b) les puissances apparente, active et réactive compensées; c) la puissance réactive de la batterie de condensateurs; d) le courant dans la ligne en régime compensé; e) le courant dans la ligne aboutissant aux condensateurs.

- 5 La mesure du facteur de puissance d'un atelier de mécanique donne  $\cos \varphi = 0,43$ . On a relevé pour un mois, une consommation de 2772 kWh (21 jours de travail à 8 h  $\frac{1}{4}$ ). Quelle doit être la puissance réactive en kvar de la batterie de condensateurs si le facteur de puissance doit s'élever à 0,85?
- 6 Un moteur triphasé de 2,2 kW possède, à vide, un  $\cos \varphi = 0,3$  et prélève une puissance de 350 W à  $3 \times 220$  V. a) Quelle est la puissance réactive de la batterie de condensateurs afin d'élever le  $\cos \varphi$  à 0,82? b) Calculer le courant dans la ligne d'alimentation avant et après la compensation; c) Quel est le courant prélevé par la batterie des condensateurs?
- 7 Le carnet du relevé des deux compteurs d'une fabrique indique pour 40 jours de travail à 8 h, 15 200 kWh et 17 600 kvarh. Après amélioration, le facteur de puissance doit atteindre 0,8. a) Quelle puissance réactive la batterie de condensateurs doit-elle développer? b) Quelle énergie réactive peut-on encore admettre durant cette même période d'utilisation, en régime compensé?
- 8 Une industrie prélève momentanément du réseau 28 kW, respectivement 37 kvar. On demande: a) le facteur de puissance; b) le facteur de puissance si l'on raccorde une batterie de 15 kvar; c) la puissance réactive prélevée au réseau en régime compensé.
- 9 Un transformateur triphasé de réglage fournit 4 kVA à  $3 \times 380$  V. Le facteur de puissance est égal à 0,5. a) Quelle est la puissance réactive de la batterie des condensateurs si l'on veut obtenir respectivement un  $\cos \varphi$  égal à 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 et 1,0? b) Quelle doit être la capacité d'un des trois condensateurs de la batterie afin d'obtenir ces cinq différents régimes compensés? c) Représenter graphiquement les résultats de a) et de b) par rapport aux  $\cos \varphi$  de 0,5 à 1,0.

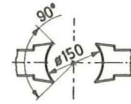


- 10 La force motrice d'une fabrique prélève une puissance de 130 kW avec  $3 \times 500$  V et un  $\cos \varphi = 0,76$ . De temps à autre un appareil de chauffe de 50 kW est enclenché. Quelle est alors la grandeur du  $\cos \varphi$  amélioré?
- 11 Les prescriptions d'une société distributrice d'électricité permettent d'installer jusqu'à 16 lampes fluorescentes de 46 W par phase sous  $3 \times 380/220$  V. Le facteur de puissance de 0,53 doit être amélioré à 0,95. a) Quelle est la puissance réactive en var de la batterie de condensateurs? b) Quelle est la capacité en  $\mu\text{F}$  d'un condensateur?
- 12 Sur 100 kWh de puissance active, une fabrique peut recevoir 75 kvarh de puissance réactive, ce qui correspond à un facteur de puissance de 0,8. Après 8 h de travail, les compteurs indiquent respectivement une dépense d'énergie de 160 kWh et de 216 kvarh. Quelle est l'énergie réactive que doit développer la batterie de condensateurs pour respecter ce facteur de puissance de 0,8?

## 12 Magnétisme

### 12.1 Flux magnétique

- 1 Un noyau magnétique en fer feuilleté a 230 cm<sup>2</sup> de section. L'induction est de 1,3 T. Calculer le flux magnétique.
- 2 Quelle est l'induction magnétique dans un noyau de 1,7 cm<sup>2</sup> si le flux est de 317,9 μWb?
- 3 Déterminer la section d'un noyau si le flux est de 0,000 2255 Wb et l'induction de 1,1 T.
- 4 Un noyau carré de 18 mm de côté est soumis à une induction de 1,15 T. Calculer le flux magnétique.
- 5 Un aimant permanent de 22 mm de ∅ est traversé par un flux de  $480 \cdot 10^{-6}$  Wb. Quelle est l'induction?  
*10<sup>-6</sup>*
- 6 Le flux dans le noyau d'un transformateur est de 0,0206 Wb et l'induction de 1,12 T. Quelle est la section de ce noyau?
- 7 Le noyau d'une bobine a une section de 17 × 22 mm et l'induction y est de 1,8 T. Calculer le flux magnétique.
- 8 Un noyau de 23 mm de largeur est traversé par un flux de 0,00105 Wb avec une induction de 1,47 T. Déterminer: a) la section du noyau; b) la longueur du côté du noyau.
- 9 Quelle est l'induction dans une bobine qui est traversée par un flux de 3,82 mWb et dont la section est de 42,2 cm<sup>2</sup>?
- 10 Quel est le flux magnétique émis par ce pôle inducteur si l'induction est de 1,25 T et la largeur du pôle de 200 mm?



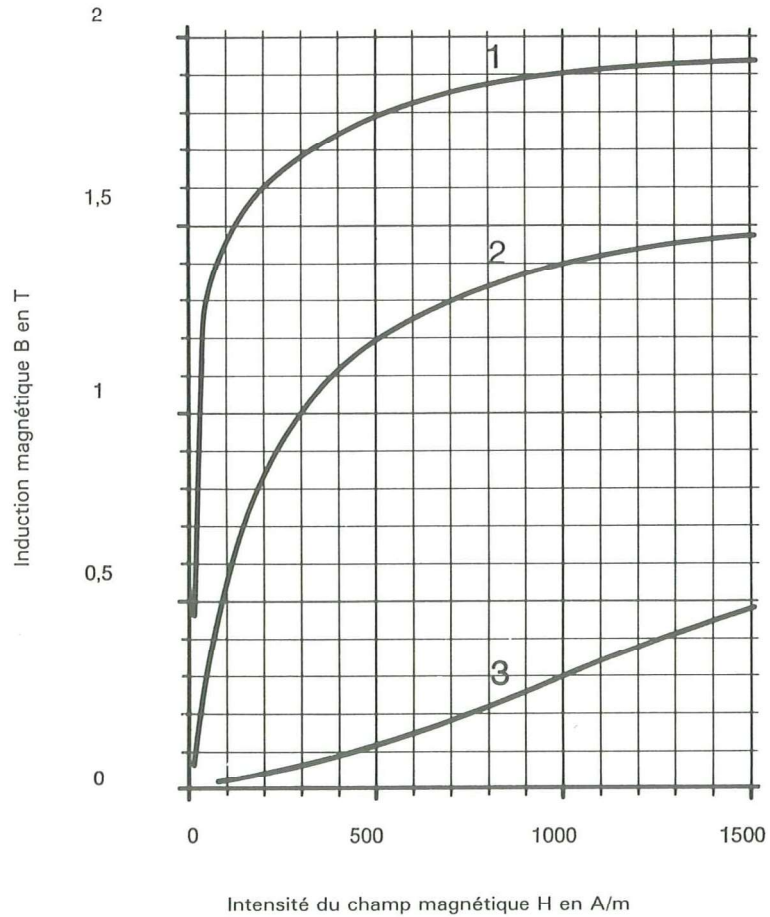
### 12.2 Intensité du champ magnétique et induction

Utiliser les courbes qui figurent sur la page suivante.

- 1 Une induction magnétique de 0,54 T doit régner dans un entrefer. Calculer l'intensité du champ magnétique.
- 2 L'intensité du champ magnétique dans un entrefer est de 1200 A/m. Quelle est l'induction magnétique?
- 3 Déterminer l'induction magnétique dans de la: a) fonte de fer; b) fonte d'acier; c) tôle de qualité I, pour une intensité du champ magnétique de 700 A /m.
- 4 Une induction magnétique de 0,5 T doit être produite dans de la: a) fonte de fer; b) fonte d'acier; c) tôle de qualité I. Quelle est, pour chaque matériau, l'intensité du champ magnétique nécessaire?
- 5 Déterminer l'induction magnétique dans les cas suivants: a) fonte de fer, 800 A/m; b) fonte d'acier, 1400 A/m; tôle de qualité I, 300 A/m.
- 6 Quelle intensité du champ magnétique est nécessaire pour obtenir dans de: a) la tôle de qualité I, 1,9 T? b) la fonte d'acier, 1 T? c) la fonte de fer, 0,1 T?

## Courbes d'aimantation

- 1 Tôle de qualité I (cristaux orientés, laminage à froid)
- 2 Tôle de qualité II (laminage à chaud), fonte d'acier
- 3 Fonte de fer



## 12.3 Solénation

### 12.3.1 Intensité du courant et nombre de tours

- 1 Une bobine de 205 spires est parcourue par un courant de 6,5 A. Calculer la solénation. Déterminer le nombre de spires de ce bobinage.
- 2 Quelle est la solénation d'une bobine de 1100 spires parcourue par un courant de 36 mA?
- 3 Un bobinage a une solénation de 3200 A et il est traversé par un courant de 4,26 A.
- 4 L'enroulement d'un transformateur de 1600 spires est parcouru par un courant de 0,62 A sous 220 V. Cet enroulement est remplacé par un autre dont la tension est de 250 V. Quel est le nombre de spires de ce dernier si



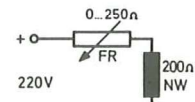
la puissance apparente et la solénation doivent rester les mêmes?

- 5 Une bobine a une solénation de 1850 A et elle possède 3600 spires. Calculer le courant qu'elle emploie.
- 6 Avec 183 spires et 230 V un enroulement de transformateur a une puissance apparente de 3,5 kVA. On demande: a) l'intensité du courant; b) la solénation.
- 7 Un enroulement de 1480 spires est raccordé à une tension au-dessous de sa valeur nominale, si bien que le courant s'abaisse de 420 mA à 160 mA. De combien de spires faut-il augmenter l'enroulement pour que la solénation reste la même?
- 8 Quelle est la solénation d'une bobine à courant continu de 260 spires dont la résistance est de  $4 \Omega$  sous 6 V?
- 9 Un enroulement possède deux bobines placées en parallèle avec chacune 2800 spires. La solénation totale de cet enroulement est

de 2520 A. Calculer le courant d'excitation des bobines.

- 10 Quel est le nombre de spires d'une bobine de contacteur qui a une puissance apparente de 130 VA sous 230 V et qui, pour attirer son armature, a besoin d'une solénation de 4300 A?
- 11 Calculer la solénation d'une bobine de frein qui possède les caractéristiques suivantes: 820 spires, 191 VA de puissance prélevée et  $90 \Omega$  d'impédance.

- 12 La résistance de réglage FR du champ inducteur d'une machine à courant continu shunt, peut changer de 0 à  $250 \Omega$ . On peut ainsi faire varier le courant d'excitation dans la bobine inductrice NW qui possède 2520 spires et dont la résistance est de  $200 \Omega$ . Entre quelles limites peut-on faire varier: a) le courant d'excitation? b) la solénation?



### 12.3.2 Intensité du champ magnétique et longueur des lignes de force

- 1 Un noyau de fer, fermé sur lui-même a une longueur moyenne de 400 mm et porte une bobine de 300 spires dans laquelle s'écoule un courant de 4 A. Calculer: a) la solénation; b) l'intensité du champ magnétique.
- 2 Les lignes de force d'un noyau de fer ont une longueur moyenne de 250 mm. La bobine a 2100 spires et l'intensité du champ magnétique doit être de 600 A/m. Quelles sont les grandeurs: a) de la solénation? b) de l'intensité du courant?
- 3 Déterminer l'intensité du champ magnétique d'une bobine annulaire de 560 spires parcourues par un courant de 3,2 A et si la longueur moyenne des lignes de force est de 220 mm.
- 4 Le noyau annulaire d'une bobine de self-induction a un  $\varnothing$  de 15 mm et porte 180 spires. La solénation doit être de 14,4 A. Déterminer: a) l'intensité du champ magnétique; b) l'intensité du courant prélevé.
- 5 La bobine primaire d'un transformateur monophasé prélève à vide 95 VA sous 220 V. La bobine possède 1100 spires; la longueur du circuit magnétique est de 19,4 cm et sa section de  $7 \text{ cm}^2$ . Calculer: a) l'intensité du courant; b) la solénation; c) l'intensité du champ magnétique.
- 6 Combien faut-il de spires pour une bobine afin qu'elle engendre une intensité du champ magnétique de 800 A/m avec une longueur des lignes de force de 40 cm et un courant de 0,55 A?

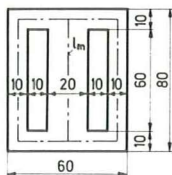
### 12.4 Calcul du circuit magnétique

- 1 Une bobine de self-induction sans noyau de fer, possède 12 spires parcourues par 400 A. La longueur moyenne des lignes de force est de 1250 mm. Calculer: a) la solénation; b) l'intensité du champ magnétique; c) l'induction magnétique.
- 2 Une bobine de self-induction est disposée sur un noyau de  $18 \times 30 \text{ mm}$  avec un entrefer de 1,2 mm. Son nombre de spires est de 1500 et l'induction magnétique doit atteindre 0,32 T. Déterminer: a) la section du noyau; b) l'intensité du champ magnétique dans

l'entrefer; c) le flux magnétique; d) la solé-  
nation; e) l'intensité du courant.

- 3 Un noyau en feuilles de tôle de qualité II doit conduire un flux de  $0,014 \text{ Wb}$ . La longueur des lignes de force est de  $0,3 \text{ m}$  et la section du noyau de  $110 \text{ cm}^2$ . Quelle est la grandeur: a) de l'induction? b) de l'intensité du champ magnétique? c) de la solé-  
nation? d) du courant dans les  $2000$  spires de la bobine?

- 4 Un transformateur cuirassé prélève à vide un courant de  $45 \text{ mA}$  sous  $220 \text{ V}$ . L'enroulement primaire possède  $2400$  spires. Le circuit magnétique est constitué par un empilement de tôles de qualité I avec une épaisseur du noyau de  $17 \text{ mm}$ . Calculer: a) la solé-  
nation; b) l'intensité du champ magnétique; c) l'induction; d) le flux dans la colonne du centre; e) la longueur moyenne des lignes de force  $l_m$ .



- 5 La longueur moyenne du chemin parcouru par les lignes de force d'une bobine de self-induction est de  $490 \text{ mm}$  dans de la tôle de qualité II et de  $10 \text{ mm}$  dans l'entrefer. On désire une induction de  $1,4 \text{ T}$ . La bobine est

traversée par un courant de  $1,5 \text{ A}$ . Déterminer: a) l'intensité du champ magnétique dans l'entrefer; b) l'intensité du champ magnétique dans le fer; c) la solé-  
nation consacrée à l'entrefer; d) la solé-  
nation consacrée au fer; e) la solé-  
nation totale; f) le nombre de spires de la bobine.

- 6 Un relais possède un entrefer de  $8 \text{ mm}$  et la longueur des lignes de force dans le fer est de  $150 \text{ mm}$ . Le fer utilisé est constitué de tôles de qualité II et la section du noyau est de  $16 \times 12 \text{ mm}$ . L'induction magnétique doit être de  $0,8 \text{ T}$ . Quelle est l'intensité du champ magnétique pour: a) l'entrefer; b) le noyau de fer?

- 7 Un électro-aimant est constitué par des tôles de qualité II et par une bobine de  $2200$  spires. Les lignes de force ont une longueur moyenne dans le fer de  $240 \text{ mm}$ . Deux entrefers ont chacun  $2,5 \text{ mm}$  de largeur. L'induction magnétique est de  $1 \text{ T}$ . Quel est le courant qui parcourt la bobine?

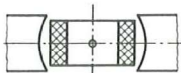
- 8 Un noyau en tôles de qualité I de  $18 \text{ cm}^2$  possède un entrefer de  $3 \text{ mm}$  et la longueur du fer est de  $500 \text{ mm}$ . L'induction magnétique est de  $1,8 \text{ T}$ . On demande: a) le flux magnétique; b) le nombre de spires de la bobine si le courant qui la traverse est de  $2,5 \text{ A}$ .

## 12.5 Action entre aimants

### 12.5.1 Conducteur dans un champ magnétique

- 1 Un conducteur est soumis à un champ magnétique de  $0,4 \text{ T}$  sur une longueur de  $8 \text{ cm}$ . Quelle est la force qui se développe si le conducteur est parcouru par un courant de  $12 \text{ A}$ ?

- 2 Quelle est la force que produit cette bobine de  $400$  spires parcourue par un courant de  $120 \text{ mA}$  si chaque spire est soumise à un champ magnétique de  $0,9 \text{ T}$  sur une longueur de  $18 \text{ cm}$ ?



- 3 Quelle est la force développée par l'un des conducteurs d'un rotor de moteur si sa longueur est de  $4,3 \text{ m}$ , le courant qui le parcourt de  $56 \text{ A}$  et s'il est soumis à un champ magnétique de  $1,1 \text{ T}$ ?

- 4 Le rotor d'un moteur possède au total  $3 \text{ m}$  de conducteurs parcourus par un courant de  $3,5 \text{ A}$ . Seul le  $85\%$  de la longueur des conducteurs est agissante et soumise à un champ magnétique de  $1,4 \text{ T}$ . Calculer: a) la force développée par ce rotor; b) sa puissance si sa vitesse est de  $7500 \text{ tr/min}$  et son  $\varnothing$  de  $48 \text{ mm}$ .

### 12.5.2 Interaction entre deux conducteurs

- 1 Deux conducteurs parallèles sur  $1,5 \text{ m}$  de longueur et distants de  $2 \text{ cm}$  sont parcourus par un courant de  $40 \text{ A}$ . Quelle est la force qui agit sur eux?

- 2 Dans une sous-station deux barres collectrices parallèles sont distantes l'une de l'autre de  $10 \text{ mm}$ . Quelle est la force par m qui s'établit lors d'un court-circuit de  $5 \text{ kA}$ ?

- 3 Dans une génératrice et en tête des bobinages, deux conducteurs parallèles sur 0,5 m et distants de 6 cm, sont parcourus par 4 kA. Calculer la force qui agit entre ces deux conducteurs a) avec le courant nominal de 4 kA; b) au moment où le disjoncteur de protection déclenche avec un courant qui s'élève à 4,5 fois le courant nominal.
- 4 Deux conducteurs d'une ligne aérienne sont distants de 45 cm avec une portée de 45 m. Par rapport à cette portée et lors d'un court-circuit une force de 127,5 N s'exerce sur ces conducteurs. Déterminer le courant de court-circuit.
- 5 Deux spires voisines d'une bobine de 32 cm de  $\varnothing$  moyen sont parcourues, lors d'un à-coup de courant, par 200 A. Elles sont alors soumises à une force électromagnétique de 20 N. Quelle est la distance qui sépare ces deux spires?
- 6 Deux barres collectrices parallèles sont distantes de 32 cm sur une longueur de 12,4 m. Une barre conduit 1250 A et l'autre 3200 A. Quelle est la force qui s'exerce, par m, entre ces deux barres?

### 12.5.3 Force d'attraction d'électro-aimants

- 1 Quelle est la force d'attraction d'un frein électromagnétique en fonte d'acier, d'une surface polaire de 12,5 cm<sup>2</sup> et dont l'induction est de 0,75 T?
- 2 Un barreau aimanté de 22 mm de  $\varnothing$  peut attirer une pièce d'acier avec une force de 16 N. Calculer l'induction magnétique.
- 3 Avec une induction de 0,85 T, un électro-aimant doit développer une force d'attraction de 1,2 kN. Calculer la section du noyau.
- 4 Un relais avec un noyau de 160 mm<sup>2</sup> a une induction de 0,8 T. Calculer la force d'attraction.
- 5 La bobine d'un contacteur possède deux pôles, l'un de 30 × 25 mm et l'autre de 30 × 35 mm et développe une force d'attraction totale de 140 N. Calculer l'induction dans l'entrefer.
- 6 Un aimant en fer à cheval avec deux pôles dont chacun a une surface de 17 × 30 mm, possède une induction de 0,4 T. Calculer sa force d'attraction.
- 7 Un électro-aimant a une force d'attraction de 512 N avec un noyau de 20 cm<sup>2</sup>. Calculer l'induction magnétique.

## 12.6 Tension induite

### 12.6.1 Induction dynamique

- 1 Une bobine possède au total 90 m de conducteurs soumis à l'induction. Ces conducteurs se déplacent à la vitesse de 0,8 m/s dans un champ magnétique de 0,2 T. Calculer la force électromotrice qui en résulte.
- 2 Dans un champ magnétique de 1,2 T, 125 conducteurs de 20 cm sont réunis en série. Leur déplacement s'effectue à la vitesse de 7,5 m/s. Quelle est la tension induite?
- 3 Le rotor inducteur d'un alternateur engendre 1,15 T et tourne à la vitesse de 13 m/s. Une bobine statorique a 210 m de conducteurs dont le 80% sont induits. Quelle est la force électromotrice obtenue aux bornes de cette bobine?
- 4 L'induit d'une génératrice engendre une tension de 44 V. Les conducteurs ont une longueur de 11,4 m dont le 85% seulement sont soumis au champ magnétique dans lequel ils se déplacent à la vitesse de 6 m/s. Déterminer l'induction magnétique.
- 5 Un rotor a une fréquence de rotation de 1440 tr/min. Chaque bobinage est constitué par 21,4 m de conducteurs dont le 60% seulement sont soumis au champ magnétique de 0,75 T. Calculer: a) la tension engendrée par bobine si les conducteurs sont disposés sur un  $\varnothing$  de 160 mm; b) la tension obtenue si la fréquence de rotation s'élève à 2880 tr/min; c) la tension obtenue en maintenant cette dernière fréquence de rotation mais en augmentant l'induction à 1,5 T.

### 12.6.2 Induction statique

- 1 Calculer la tension induite aux bornes d'une bobine de transformateur de 34 spires, à 50 Hz. Le noyau de  $205 \text{ cm}^2$  possède une induction magnétique de 1,45 T.
- 2 Déterminer la section du noyau d'une bobine de transformateur dont les caractéristiques sont: 11 kV, 50 Hz; 1690 spires et une induction magnétique de 1,3 T.
- 3 Déterminer le nombre de spires d'une bobine de self-induction dont les caractéristiques sont:  $E=122 \text{ V}$ ;  $f=60 \text{ Hz}$ ;  $B=1,05 \text{ T}$ ;  $A=25 \text{ cm}^2$ .
- 4 Quelle est la tension induite aux bornes d'une bobine de transformateur de 853 spires enroulées sur un noyau de  $22,4 \text{ cm}^2$  et dans lequel règne une induction de 1,25 T à une fréquence de 50 Hz?
- 5 Un petit transformateur donne une tension à vide de 10 V à 50 Hz aux bornes d'une bobine de 112 spires. Déterminer la section du noyau si l'induction magnétique est de 1,25 T.
- 6 Calculer le nombre de spires d'une bobine qui engendre une force électromotrice de 11 V. Le noyau a une section de  $4 \times 8 \text{ mm}$  avec un facteur de remplissage de 96% et une induction magnétique de 0,96 T à 375 Hz.
- 7 Un transformateur triphasé donne aux bornes u, x de la bobine secondaire une force électromotrice de 238 V. Déterminer l'induction magnétique qui règne dans le noyau de  $107 \text{ cm}^2$  si la bobine a 70 spires et la fréquence 50 Hz.
- 8 Pour quelle force électromotrice une bobine de transformateur de 3580 spires est-elle construite si le noyau a une section de  $75 \text{ cm}^2$  avec une induction magnétique de 1,6 T et si la fréquence est de 50 Hz?

## 13 Appareils et machines

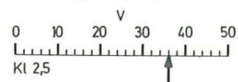
### 13.1 Appareils de mesure

#### 13.1.1 Erreurs d'indications

- 1 Un voltmètre de la classe 1,5 indique 300 V en élancement totale. Donner les limites de l'erreur en plus et en moins.
- 2 Un appareil de tableau de la classe 2,5 indique 230 V sur un cadran de 0 à 300 V. Donner les limites de l'erreur en plus et en moins par rapport à la lecture de 230 V.
- 3 Le commutateur des échelles de mesures d'un milli-ampèremètre de la classe 0,5 est placé sur 75 mA. Avec quelles erreurs d'intensité faut-il compter?
- 4 Un ampèremètre de la classe 0,5, indique 320 mA sur une échelle de 750 mA. Entre quelles limites se situe la lecture effective?
- 5 Un ohmmètre de la classe 1,5 est branché sur une échelle de mesures de 0 à 10 000  $\Omega$ .

Entre quelles limites se situe la lecture effective lorsque l'appareil indique: a) 10 000  $\Omega$ ; b) 7500  $\Omega$ ; c) 5000  $\Omega$ ; d) 2500  $\Omega$ ? Par surcroît, exprimer l'erreur en pour cent par rapport aux quatre indications de l'appareil.

- 6 Un wattmètre de la classe 1,5 a une échelle de mesure de 0 à 3,3 kW et on y lit 2,46 kW; a) Quelle est l'erreur de l'instrument en plus et en moins? b) Entre quelles limites la puissance exacte se situe-t-elle?
- 7 Il s'agit de l'échelle d'un voltmètre de la classe 2,5. On demande: a) la lecture d'après la position de l'aiguille; b) les limites entre lesquelles se situe la tension exacte.



#### 13.1.2 Lecture des instruments à aiguille

- 1 A son amplitude totale, un voltmètre indique 500 V sur 25 divisions. Déterminer: a) la constante de l'appareil; b) le résultat de la mesure si l'aiguille se situe sur 19,2 divisions.
- 2 L'élancement maximum d'un ampèremètre est de 30 divisions pour 1,5 A. On demande: a) la constante de l'appareil; b) le résultat de la mesure si l'on constate un déplacement de l'aiguille sur 22,7 divisions.
- 3 De combien de divisions faut-il tenir compte pour évaluer une tension de 516 V sur un appareil qui indique 600 V sur 50 divisions du cadran?
- 4 Un appareil de précision, à rayon lumineux, a un cadran de 0 à 150 divisions. Son commutateur d'échelles est placé sur 750 mA. Combien faut-il compter de divisions pour mesurer un courant de 436 mA?
- 5 Un wattmètre est branché sur 5 A et 480 V avec un cadran de 120 divisions qui représentent 2,4 kW. Déterminer: a) la constante

de l'appareil; b) la puissance donnée par l'appareil si la déviation de l'aiguille est de 94,8 divisions.

- 6 Le cadran d'un ohmmètre est divisé en 5 parties entre 100 et 200  $\Omega$ . L'instrument indique 3,4 divisions au-delà des 100  $\Omega$ . Quelle est la grandeur de la résistance mesurée?
- 7 Compléter la table suivante.  
LND = lecture en nombre de divisions.  
ET = élancement totale: U = en unités, ND = en nombre de divisions. CA = constante de l'appareil. RL = résultats de la lecture.

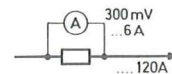
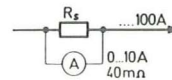
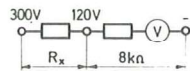
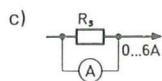
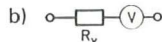
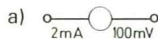
LND	ET		CA	RL
	U	ND		
32,3	250 V	50	a)?	b)?
18	100 V	c)?	2	d)?
49,5	2 mA	50	e)?	f)?
4,2	5 mA	g)?	0,1	h)?
28,7	50 $\mu$ A	50	i)?	k)?
83	500 V	l)?	4	m)?
17	15 A	n)	0,5	o)?

### 13.1.3 Résistance interne et propre consommation

- D'après la plaquette signalétique d'un voltmètre, on peut déduire que la résistance interne est de  $5000 \Omega/V$ . Quelle est la résistance lorsque le commutateur de mesures est placé sur  $250 V$ ?
- Un instrument à cadre mobile est marqué à raison de  $3,3 k\Omega/V$ . Il est enclenché sur  $60 mV$ . Calculer: a) la résistance de l'instrument; b) le courant traversant l'appareil en élévation totale.
- La tension d'une batterie de poche de  $4,5 V$  est mesurée avec un voltmètre dont l'échelle est de  $0$  à  $6 V$ . La résistance interne est de  $1 k\Omega/V$ . On demande le courant employé par l'instrument: a) à l'élévation totale; b) à  $4,5 V$ .
- Un appareil de démonstration avec un cadran de  $0$  à  $300 V$  a une résistance de  $500 \Omega/V$ . Calculer sa propre puissance à  $300 V$ .
- Un ampèremètre à courant continu indique  $12 A$  et possède une résistance interne de  $3 m\Omega$ . Quelle est la grandeur: a) de la chute de tension provoquée par l'instrument? b) de la puissance propre?
- Quelle est la résistance interne d'un ampèremètre si avec  $8 A$  il utilise une tension de  $240 mV$ ?
- Un fréquencemètre à lamelles emploie un courant de  $6 mA$  sous  $220 V$ . Quelle puissance absorbe-t-il en VA?
- Selon les données d'un catalogue on relève que la puissance prélevée par un ampèremètre à bimétal est de  $4 W$  à la déviation totale de  $6 A$ . Déterminer: a) la chute de tension; b) la résistance interne; c) la puissance propre lors d'un courant de  $4,52 A$ .
- Le courant nominal du shunt d'un wattmètre est de  $5 A$  et sa résistance de  $0,28 \Omega$ . La bobine de tension prend  $3 mA$  sous la tension nominale de  $240 V$ . Déterminer: a) la tension utilisée par le shunt au passage du courant nominal; b) la grandeur de la résistance additionnelle de la bobine de tension; c) la puissance absorbée lors de l'utilisation avec le courant nominal et la tension nominale.

### 13.1.4 Shunts et résistances additionnelles; transformateurs de mesure

- L'équipage mobile d'un appareil de démonstration dévie totalement avec  $2 mA$  sous  $100 mV$ . Calculer: a) la résistance de l'équipage mobile; b) la résistance additionnelle  $R_v$  si l'étendue de la mesure atteint  $300 V$ ; c) la résistance du shunt  $R_s$  si la mesure doit s'étendre de  $0$  à  $6 A$ .
- Un voltmètre a une résistance interne de  $20 \Omega$  et une étendue de mesure de  $0$  à  $60 mV$ . Quelle résistance additionnelle faut-il utiliser pour pouvoir mesurer  $120 V$ ?
- Un voltmètre de précision a deux échelles de mesures; l'une de  $0$  à  $120 V$  et l'autre de  $0$  à  $300 V$ . Calculer la résistance additionnelle  $R_x$  pour l'échelle de  $0$  à  $300 V$ .
- La résistance interne d'un voltmètre est de  $600 \Omega/V$ . A l'élévation totale, l'équipage mobile utilise  $60 mV$ . Quelle doit être la grandeur de la résistance additionnelle pour une étendue de mesures de  $0$  à  $150 V$ ?
- Un milliampèremètre a une résistance interne de  $100 \Omega$  et une échelle de  $0$  à  $1 mA$ . Quelle doit être la résistance du shunt pour permettre une lecture de  $12 A$ ?
- Quelle est la résistance du shunt  $R_s$ ?
- Un ampèremètre avec une échelle jusqu'à  $6 A$  doit être équipé d'un shunt de façon à ce que les  $120 A$  dans la ligne provoquent une élévation totale de l'aiguille; la tension nécessaire à l'équipage mobile est alors de  $300 mV$ . Déterminer: a) la chute de tension des bornes du shunt lors du passage des  $120 A$  dans la ligne; b) la résistance interne de l'instrument; c) la résistance du shunt.

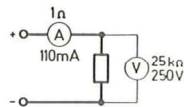


- 8 Un ampèremètre de 0 à 5 A est branché aux bornes d'un transformateur d'intensité de 100/5 A. Sur l'échelle de l'ampèremètre on lit 82 A. Quel est le courant qui traverse réellement l'appareil?

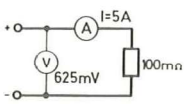
- 9 Un transformateur d'intensité de 600/5 A a une puissance apparente nominale de 15 VA. Quelle est l'impédance nominale du circuit secondaire?

### 13.1.5 Erreurs de mesures

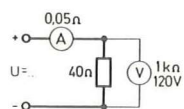
- 1 Quelle serait l'intensité indiquée par l'ampèremètre si le voltmètre n'était pas branché?



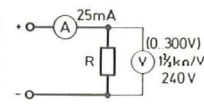
- 2 Quelle serait l'intensité du courant dans le récepteur si l'ampèremètre était éliminé?



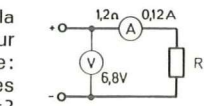
- 3 Déterminer la tension U du réseau.



- 4 Calculer la résistance du récepteur R: a) sur la base des mesures données; b) sa résistance réelle. c) Quelle est, en pour cent, l'erreur dans le cas a)?



- 5 Il s'agit de déterminer la résistance du récepteur R. Quelle est-elle: a) d'après les mesures données? b) réellement? c) Quelle est, en pour cent, l'erreur dans le cas a)?



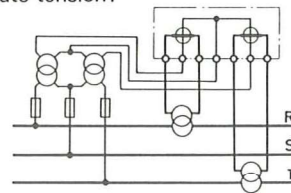
### 13.1.6 Compteurs et puissance

- 1 Quelle est la puissance qui passe au travers d'un compteur monophasé dont la constante c est 1 kWh  $\triangleq$  600 tours du disque si l'on en compte 3 en 12 s?
- 2 Déterminer la puissance d'un récepteur qui, au travers d'un compteur, provoque 32 tours du disque à la min. (c: 1 kWh  $\triangleq$  1200 tr).
- 3 Calculer la puissance réactive momentanée d'une installation si le disque du compteur d'énergie réactive fait 13 tours en 32,4 s. (c: 1 kvarh  $\triangleq$  15 tr).
- 4 En 1 min, combien de tours le disque d'un compteur doit-il faire (c: 1 kWh  $\triangleq$  1200 tr) si on lui raccorde un fer à repasser de 750 W?
- 5 Combien de temps faut-il à un disque de compteur pour faire 18 tours si c: 1 kWh  $\triangleq$  300 tr et si la puissance est de 2,4 kW?
- 6 Déterminer la constante du compteur qui fait 15 tours de disque en 12,5 s avec une puissance raccordée de 7,2 kW.
- 7 Le disque d'un compteur (c: 500 tr/kWh) tourne 9 fois en 1 min et 5,5 s. Calculer la puissance.
- 8 Le disque d'un compteur fait 45 tr/min; sa constante est de 4500 tr/kWh. Quelle est la puissance raccordée?
- 9 Déterminer la puissance réactive d'un récepteur qui provoque au compteur d'énergie réactive, 25 tours du disque en 98 s (c: 750 tr/kvarh).
- 10 Une puissance de 12 kW est raccordée à un compteur 3  $\times$  500 V, 10/40 A, C = 120 tr  $\triangleq$  1 kWh. Combien le disque doit-il faire de tours en 1 min?
- 11 Combien de temps faut-il à un compteur (c: 2800 tr/kWh) pour faire 10 tours de disque avec une puissance raccordée de 400 W?
- 12 Un compteur avec une constante de 800 tr  $\triangleq$  1 kWh, fait 3 tours de disque en 46,4 s. Calculer la puissance du récepteur raccordé.
- 13 Pour la mesure d'une puissance, on possède les données suivantes: 220 V; 3,85 A;  $\cos \varphi = 0,85$ . Combien de tours le disque d'un compteur (c: 1800 tr/kWh) doit-il faire par min si les deux méthodes de mesures arrivent au même résultat?
- 14 Un boiler devrait prélever une puissance de 4,5 kW qui est à contrôler par un compteur (c: 750 tr/kWh). Combien de temps faut-il alors au disque pour faire 50 tr?

- 15 Dans une centrale le compteur à 4 conducteurs porte sur sa plaquette signalétique, les indications suivantes:  $3 \times 10,5/5,78 \text{ kV}$ ;  $110/63,5 \text{ V}$ ;  $600/5 \text{ A}$ ;  $1 \text{ kWh} \triangleq 0,175 \text{ tr}$ . Calculer la puissance fournie par cette centrale si l'on observe 16 tours du disque en 18,7 s.
- 16 Un compteur à 4 conducteurs  $3 \times 380/220 \text{ V}$  est raccordé par l'intermédiaire d'un transformateur de courant de  $200/5 \text{ A}$  et sa constante est de  $17,5 \text{ tr/kWh}$ . Quelle est la puissance qui le traverse si l'on mesure 51 tours de disque en 32,8 s?
- 17 Le compteur d'une sous-station porte les indications suivantes:  $20 \text{ kV}/110 \text{ V}$ ;  $300 \text{ A}/5 \text{ A}$ ;  $c:0,0666 \text{ tr} \triangleq 1 \text{ kWh}$ . On compte 51 tours du disque en 75 s. Déterminer la puissance délivrée.
- 18 Un monteur relève sur une ligne monophasée ainsi que sur le compteur de cette ligne, les mesures et indications suivantes:  $225 \text{ V}$ ;  $6,4 \text{ A}$ ;  $52 \text{ tr}$  de disque à la min;  $c:3600 \text{ tr} \triangleq 1 \text{ kWh}$ . Déterminer: a) la puissance apparente;

b) la puissance active; c) le facteur de puissance; d) la puissance réactive.

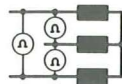
- 19 Ce compteur est raccordé à deux transformateurs de tension de  $16 \text{ kV}/220 \text{ V}$  et à deux transformateurs d'intensité de  $100 \text{ A}/5 \text{ A}$ . La plaquette signalétique du compteur porte:  $220 \text{ V}$ ,  $5 \text{ A}$ . Par quel facteur faut-il multiplier la puissance obtenue à l'aide du compteur pour déterminer la puissance du côté de la haute-tension?



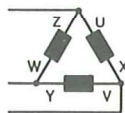
- 20 Le transformateur d'une installation d'éclairage au néon emploie un courant de  $1,5 \text{ A}$  sous  $221 \text{ V}$  tandis que le disque du compteur ( $c:1900 \text{ tr} \triangleq 1 \text{ kWh}$ ) fait 13 tours en 2 min. Quel est le facteur de puissance du côté primaire du transformateur?

### 13.2 Mesure de la résistance ohmique de récepteurs triphasés

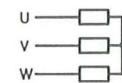
- 1 Les enroulements d'une génératrice ont une résistance de  $3 \times 8,4 \text{ m}\Omega$ . Quelle est la résistance d'une bobine?



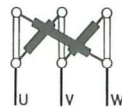
- 2 Entre les bornes UV, UW et VW d'un moteur couplé en triangle, on mesure trois fois  $4,3 \Omega$ . Déterminer la résistance d'une bobine.



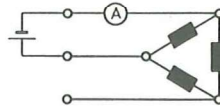
- 3 Ce schéma représente les résistances d'un démarreur pour moteur triphasé à bagues. On mesure entre les bornes UV, UW, et VW chaque fois  $18 \Omega$ . Calculer la résistance d'un élément de ce démarreur.



- 4 Le stator d'un moteur triphasé à rotor en court-circuit est représenté par ce schéma. Une mesure à l'ohmmètre donne, dans tous les cas entre deux bornes,  $0,654 \Omega$ . Quelle est la résistance d'une bobine?

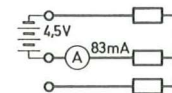


- 5 A l'aide d'une batterie de  $1,5 \text{ V}$  et en la branchant selon le schéma, on mesure un courant de  $1,21 \text{ A}$ . Quelle est la résistance d'une bobine de ce moteur?



- 6 Un chauffe-eau triphasé est couplé en étoile. Entre deux des trois bornes de raccordement, on mesure  $16,1 \Omega$ . Déterminer la résistance: a) d'un des corps de chauffe; b) entre deux bornes de raccordement dans le cas d'un couplage en triangle.

- 7 Selon les données du schéma, quelle est la résistance d'un corps de chauffe de ce four?

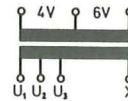




### 13.3 Transformateurs

#### 13.3.1 Transformateurs monophasés

- 1 Un transformateur de sonnerie 220/6 V possède un bobinage primaire de 2500 spires. Combien en possède-t-il du côté secondaire?
- 2 Un transformateur pour une lampe transportable donne 38 V au secondaire avec 128 spires. Quel est le nombre de spires au primaire si la tension est de 230 V?
- 3 Un transformateur de protection de 220/220 V a une puissance de 400 VA. Quel courant peut-il fournir du côté secondaire?
- 4 Un transformateur de 24 V pour l'installation d'éclairage d'un aquarium absorbe au primaire 0,91 A sous 220 V. On demande: a) le courant au secondaire; b) la puissance.
- 5 Un transformateur de réglage de 520/220 V possède 720 spires au secondaire et débite 0,6 A. Déterminer: a) le courant prélevé; b) le nombre de spires au primaire.
- 6 Un petit transformateur de 370 VA possède au primaire 1250 spires sous 225 V. La tension secondaire est de 36 V. Calculer: a) le nombre de spires au secondaire; b) le courant au primaire; c) le courant au secondaire; d) le rapport de transformation.
- 7 Un transformateur pour petites soudures à l'arc est soumis à une tension du réseau de 220 V avec un rapport de transformation de 5,2:1. Le primaire possède 150 spires qui reçoivent 14 A à plein régime. On demande: a) la puissance prélevée; b) la puissance délivrée; c) la tension au secondaire; d) le courant secondaire. On admet que le rendement soit de 100%.
- 8 Un transformateur pour courant faible aux tensions de 4, 6, et 10 V possède 120 spires au secondaire; a) Combien de spires le primaire doit-il avoir si des bornes de raccordements sont prévues pour 210, 220 et 230 V? b) Calculer les courants primaires à 220 V lorsque un courant secondaire de 1 A est débité à 4, 6 et 10 V; c) Combien faut-il utiliser de spires au secondaire pour obtenir respectivement 4, 6 et 10 V?



#### 13.3.2 Transformateurs triphasés

- 1 Un transformateur triphasé  $\Delta$ -Y,  $3 \times 16$  kV;  $3 \times 380/220$  V possède au primaire, 2400 spires par phase. Combien de spires une bobine a-t-elle au secondaire?
- 2 Dans une centrale d'électricité la tension de  $3 \times 6,6$  kV d'une génératrice est élevée à  $3 \times 50$  kV par un transformateur. Déterminer: a) le rapport de transformation; b) le rapport entre courants primaire et secondaire.
- 3 Une sous-station est équipée d'un transformateur Yyo, c'est-à-dire en couplage Y-Y, qui abaisse la tension de  $3 \times 50$  kV à  $3 \times 410/237$  V. Calculer: a) la puissance apparente débitée si le courant au secondaire est de 176 A; b) la puissance dissipée si le rendement est de 94% et le facteur de puissance de 0,8.
- 4 Un transformateur a une puissance nominale de 750 kVA et ses pertes sont de: 2,5 kW à vide et de 8,9 kW en pleine charge. Quel est le rendement: a) à vide? b) en pleine charge avec un  $\cos \varphi_2 = 1,0$ ?
- 5 L'enroulement d'une phase du secondaire d'un transformateur triphasé a 70 spires qui sont parcourues par un courant de 88 A. La

- tension secondaire est de  $3 \times 412$  V et le rapport de transformation de 71:1. Type du couplage:  $\Delta$ -Y. Calculer: a) le nombre de spires d'une des bobines primaires; b) les tensions nominales au primaire; c) le courant nominal au primaire.
- 6 Un transformateur sur poteaux de 75 kVA a les caractéristiques suivantes: au primaire:  $3 \times 16,6$  kV; 2,7 A; 2800 spires par phase; au secondaire:  $3 \times 403$  V. Rendement 97%. Couplage  $\Delta$ -Y. On demande: a) le nombre de spires d'une bobine du secondaire; b) le courant nominal au secondaire; c) la puissance utile si le facteur de puissance est de 0,8.
- 7 Avec un courant prélevé de 13,8 A, un transformateur  $\Delta$ -Y donne 560 A sous  $3 \times 403$  V. Calculer: a) la puissance; b) le nombre de spires d'une bobine au primaire si une des bobines au secondaire en porte 35; c) la tension primaire.
- 8 Un transformateur triphasé a, du côté secondaire, 28 spires par phase, d'une section en cuivre de  $348$  mm<sup>2</sup> et avec une densité de courant de 2,6 A/mm<sup>2</sup>. Le courant primaire est de 12,7 A. Calculer le nombre de spires d'une bobine au primaire si le couplage est en triangle-étoile.
- 9 Avec quel rendement, à plein régime, un transformateur triphasé fonctionne-t-il si ses caractéristiques sont les suivantes: 63 kVA; pertes à vide 0,4 kW; pertes supplémentaires à pleine charge 2,1 kW avec un  $\cos \varphi_2 = 0,82$ ?
- 10 Un transformateur  $\Delta$ -Y prélève un courant primaire de 8,65 A. Une bobine du primaire possède 3216 spires. Combien de spires possède une des bobines du secondaire si le courant au secondaire est de 350 A?
- 11 Un transformateur de 1,5 MVA est chargé à 80% de sa capacité avec un  $\cos \varphi_2 = 0,75$ . Les pertes à vide sont de 2,2 kW et à ladite charge, viennent s'ajouter 14 kW de pertes dans le cuivre. Déterminer: a) le rendement du transformateur à vide; b) le rendement du transformateur en charge; c) la dépense journalière, en charge, occasionnées par les pertes si l'on admet 1 j  $\triangleq$  8 h et le coût du kWh = 5 ct; d) la dépense en fin de semaine du vendredi à 18 h au lundi à 6 h, en régime à vide.

### 13.4 Génératrices synchrones: fréquence, nombre de pôles, vitesse de rotation

- 1 Quelle est la vitesse de rotation, en tr/min, des génératrices synchrones à 2, 4, 6, 8, 10 et 12 pôles si la fréquence du courant est de 50 Hz?
- 2 Une génératrice à 4 pôles est entraînée par une turbine à vapeur à raison de 1800 tr/min. Quelle est la fréquence?
- 3 Combien de pôles une génératrice doit-elle posséder pour engendrer une fréquence de 50 Hz à la vitesse de rotation de 500 tr/min?
- 4 Un convertisseur de fréquence est entraîné à la vitesse de 1450 tr/min. Calculer la fréquence de la génératrice à 16 pôles.
- 5 Dans une centrale, une génératrice a 88 pôles. Calculer sa vitesse de rotation qui doit être constante afin de fournir un courant à une fréquence exacte de 50 Hz.
- 6 Un alternateur possède 6 pôles et tourne à raison de 333 tr/min. Quelle fréquence donne-t-il?
- 7 Combien de pôles doit avoir une génératrice triphasée dont les caractéristiques sont: 2,9 MVA,  $3 \times 6,5$  kV, 50 Hz, 273 tr/min?
- 8 Calculer la vitesse de rotation d'une génératrice des CFF qui possède 12 paires de pôles et qui délivre un courant à  $16\frac{2}{3}$  Hz.
- 9 Une génératrice d'excitation à courant alternatif de 800 kVA, 325 V, 6 pôles a une vitesse de rotation de 3600 tr/min. Calculer la fréquence.
- 10 Quel est le nombre de pôles d'une génératrice synchrone qui engendre une fréquence de 475 Hz à une vitesse de rotation de 712 tr/min?
- 11 Une génératrice possède 10 pôles et doit être enclenchée, en parallèle, sur un réseau à 50 Hz. Le fréquencemètre indique 50,2 Hz. Calculer la vitesse à laquelle la génératrice doit tourner moins vite afin de permettre son enclenchement sur le réseau.

### 13.5 Moteurs triphasés: fréquence, nombre de pôles, vitesse de rotation, glissement

- 1 Calculer la vitesse de rotation d'un moteur synchrone à 4 pôles, raccordé à un réseau dont la fréquence est de 50 Hz.
- 2 Un moteur asynchrone à 8 pôles est soumis à une fréquence de 50 Hz. Déterminer: a) la vitesse de rotation du champ tournant; b) la vitesse de rotation du rotor dont le glissement est de 5%.
- 3 Un moteur asynchrone possède 32 pôles; il est raccordé à un réseau à 60 Hz. a) Quel est le glissement s'il tourne à 218 tr/min? b) Quel est ce glissement exprimé en %?
- 4 De combien de pôles faut-il équiper le stator d'un moteur synchrone afin que son rotor fasse 375 tr/min à 50 Hz?
- 5 Quelle est la vitesse de rotation d'un moteur asynchrone à 2 pôles avec un glissement de 5% à 50 Hz?
- 6 Le champ tournant d'un moteur triphasé à 6 pôles est de 1200 tr/min. Déterminer la fréquence du réseau.
- 7 Le moteur d'un appareil à vibrations est pourvu de 4 pôles et il est raccordé à un convertisseur de fréquence de 200 Hz. Calculer la vitesse de rotation du rotor si le glissement est de 6%.
- 8 Quelle est la fréquence du réseau qui alimente un moteur asynchrone à 6 pôles dont la vitesse de rotation est de 1152 tr/min avec un glissement de 4%?
- 9 Quel est le glissement, en %, d'un moteur asynchrone à 8 pôles qui, raccordé à un réseau à 50 Hz, a une vitesse de rotation de 727,5 tr/min?
- 10 La plaque signalétique d'un moteur donne: 1425/720 tr/min; 50 Hz. Calculer le nombre des pôles commutables de ce moteur.
- 11 Le champ tournant d'un moteur asynchrone de 4 pôles a une vitesse de 1500 tr/min. En charge, son rotor fait 1425 tr/min. Calculer la fréquence des courants rotoriques si celle du réseau est de 50 Hz.

Notes

## 14 Photométrie

### 14.1 Coefficient d'efficacité

- Calculer le coefficient d'efficacité d'une petite lampe de signalisation de 12 V, 720 mW, 1,9 lm.
- Le coefficient d'efficacité d'une lampe fluorescente de 110 W est de 62,8 lm/W. Calculer le flux lumineux de cette lampe.
- Une lampe doit donner un flux lumineux de 12 000 lm. Quelle est la puissance de la lampe s'il s'agit des sources suivantes: a) à incandescence: 20,3 lm/W; b) à vapeur de mercure; 42 lm/W; c) à vapeur de sodium: 68 lm/W?
- Une lampe à éclairage mixte emploie un courant de 1,13 A sous 220 V et donne 5600 lm. Quel est son coefficient d'efficacité?
- Un catalogue indique pour une lampe halogène une puissance de 400 W et un coefficient d'efficacité de 78 lm/W. Quel est le flux lumineux que donne cette lampe?
- Le coefficient d'efficacité d'une lampe à vapeur de sodium de 7600 lm est de: a) 138 lm/W sans dispositif d'allumage; b) 100 lm/W avec dispositif d'allumage. Calculer les puissances dans ces deux cas.
- Déterminer les coefficients d'efficacité des lampes à incandescence, 220/230 V, suivantes:
 

P en W:	25	40	60	75	100
	150	200			
Φ en lm:	215	430	730	960	1380
	2220	3150			

 Représenter les résultats graphiquement: les coefficients d'efficacité en fonction des puissances.
- Un ouvrage technique donne pour des lampes à incandescence de 60 W les flux lumineux qu'elles donnent en fonction de la tension appliquée, soit:
 

U en V:	12	24	36	50	100
	150	225	250		
Φ en lm:	1000	960	870	834	792
	738	630	618		

 a) Quel est le coefficient d'efficacité de ces lampes? b) Représenter ces résultats graphiquement: les coefficients d'efficacité en fonction des différentes tensions.

### 14.2 Flux lumineux et éclairement

- Un local de 4 × 6 m doit recevoir un éclairage de 480 lx. Quel doit être le flux lumineux nécessaire?
- On dispose de 420 000 lm pour l'éclairage d'un magasin dont la surface est de 16 × 28 m. Quel éclairage moyen obtient-on?
- Une place de sports a une longueur de 105 m et une largeur de 70 m. L'éclairage moyen doit être de 35 lx. Quel est le flux lumineux nécessaire? *257925 lm*
- L'éclairage d'un bureau dispose d'un flux lumineux de 192 000 lm. Quel est l'éclairage moyen obtenu si la surface est de 80 × 24 m? *100 lx*
- On mesure l'éclairage en lx de chaque m<sup>2</sup> d'une salle d'école. Les résultats obtenus sont:
 

	A	B	C	D	E	F	G
1	280	420	560	520	540	540	400
2	230	310	570	600	610	560	460
3	560	640	690	680	670	600	560
4	610	700	750	740	730	670	620
5	620	680	720	710	700	645	600
6	540	580	610	620	600	565	540

 Calculer: a) l'éclairage moyen; b) le flux lumineux utilisé.
- On a mesuré les éclairages en lx d'un tableau de classe d'école en procédant par surfaces élémentaires de 35 × 35 cm. Les résultats sont les suivants:
 

	A	B	C	D
1	375	440	390	310
2	260	315	295	255
3	172	190	200	175
4	130	140	145	142
5	87	109	100	100

 Calculer: a) l'éclairage moyen; b) le flux lumineux utile.

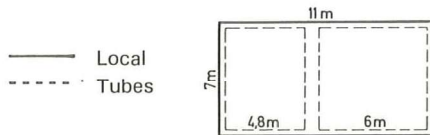
### 14.3 Rendement d'installations de lumière

- 1 L'éclairage d'un bureau utilise un flux de 24 000 lm alors que les luminaires donnent 62 000 lm. Quel est le rendement de l'installation?
- 2 L'éclairage moyen d'une parfumerie de  $8 \times 12,5$  m devrait être de 700 lx. Quel est le flux lumineux que doivent donner les luminaires si le rendement du local est de 0,42?
- 3 Les luminaires d'un dépôt donnent au total 120 000 lm. Quel est le flux lumineux utile si l'on peut compter avec un rendement de 44%?
- 4 Un local de  $11 \times 22$  m est éclairé par 16 réflecteurs incorporés au plafond. Chaque réflecteur est équipé de 2 tubes fluorescents de 40 W, 3000 lm. La mesure de l'éclairage moyen donne 110 lx. Calculer le rendement du local.
- 5 Un magasin est éclairé par 6 lampes à incandescence de 100 W, 1380 lm. Quel est le flux utilisé si le rendement du magasin est de 0,35?
- 6 Un éclairage luminescent au néon utilise 78 m de tubes à raison de 700 lm/m. Quel est l'éclairage moyen du local qui mesure  $8 \times 11,2$  m et dont le rendement est de 10%?
- 7 Quel est l'éclairage moyen d'un local de  $5 \times 8$  m dont le rendement est de 32% et qui est éclairé par des lampes qui donnent 37 500 lm?
- 8 Une place de tennis pour deux jeux a une surface de  $36,5 \times 34$  m. L'installation d'éclairage comporte 4 mâts; chacun est équipé de 2 lampes halogènes de 2 kW, 190 000 lm. La mesure donne un éclairage moyen de 450 lx. Quel est le rendement de cette installation?
- 9 Une salle d'école de  $7,2 \times 13$  m est éclairée par 3 rangées munies chacune par 8 armatures à 2 tubes fluorescents de 40 W, 3600 lm. Le rendement est de 38%. Quel est l'éclairage que l'on obtient?
- 10 Un local d'essais photométriques a une surface de  $3 \times 5$  m. Les luminaires sont interchangeables ainsi que les parois. Le plafond est clair, le sol est gris ainsi que les parois disposées pour l'essai. Les différents luminaires étudiés ont tous été munis d'une lampe à incandescence de 300 W, 4900 lm et les résultats ont donné pour un luminaire à éclairage: a) direct: 62 lx; b) mixte: 50 lx; c) indirect: 40 lx. Calculer pour ces trois essais le rendement du local.
- 11 Dans le local décrit ci-dessus (problème N° 10) on a essayé un luminaire à éclairage mixte équipé d'une lampe à incandescence de 300 W, 4900 lm. Selon la couleur des parois, l'éclairage moyen a été: a) 136 lx avec le blanc; b) 50 lx avec le gris; c) 42 lx avec le noir. Calculer pour ces trois essais le rendement du local.

### 14.4 Calcul d'installations d'éclairage

- 1 Un local commercial mesure  $20 \times 16$  m et il est éclairé par des lampes fluorescentes donnant chacune 2900 lm. Le rendement du local est admis à 38%. Combien faut-il utiliser de lampes si l'éclairage moyen doit être de 540 lx?
- 2 L'éclairage moyen d'un entrepôt de  $12 \times 16$  m doit être de 140 lx avec un rendement de 39%. Calculer: a) le flux lumineux utile; b) le flux lumineux produit par les luminaires; c) la puissance totale des lampes à incandescence (200 W, 3150 lm); d) le nombre (arrondi) des lampes.
- 3 Un grand bureau de 450 m<sup>2</sup> doit être éclairé avec des tubes fluorescents de 65 W, 4850 lm afin d'obtenir un éclairage de 1000 lx avec un rendement de 0,45. Combien faut-il utiliser de tubes?
- 4 Un local de  $4 \times 4$  m doit être éclairé par une lampe à incandescence. L'éclairage est fixé à 150 lx avec un rendement de 31%. Quelle est la puissance de la lampe si le coefficient d'efficacité est de 14 lm/W?
- 5 Un restaurant est éclairé par des tubes fluorescents à haute tension dont les caractéristiques sont: 25 W/m, 100 mA, 700 lm/m. Rendement du local: 15%. Calculer: a) la longueur totale des tubes; b) la surface du

local; c) le flux lumineux utile; d) le flux lumineux donné par les tubes; e) l'éclairement moyen; f) la puissance totale des tubes.



- 6 Une salle de conférences de  $170 \text{ m}^2$  est éclairée par des plafonniers équipés de: 70 lampes à incandescence de  $60 \text{ W}$ ,  $730 \text{ lm}$ ; 83 lampes fluorescentes de  $50 \text{ W}$ ,  $3000 \text{ lm}$ ; 19 lampes fluorescentes de  $79 \text{ W}$ ,  $4850 \text{ lm}$ . L'éclairement obtenu est de  $800 \text{ lx}$ . On demande: a) la puissance installée; b) le flux lumineux total donné par les lampes; c) le flux lumineux utile; d) le rendement de la salle; e) la puissance spécifique en  $\text{W}/\text{m}^2$ .
- 7 Une halle de sports de  $60 \times 42 \text{ m}$  et d'une hauteur de  $8$  à  $12 \text{ m}$  est éclairée par  $72$  plafonniers équipés chacun d'une lampe à

vapeur de mercure de  $400 \text{ W}$ ,  $28\,000 \text{ lm}$ . Un éclairage supplémentaire est constitué par  $124$  tubes fluorescents de  $65 \text{ W}$ ,  $4\,750 \text{ lm}$  chacun, disposés le long des parois. L'éclairement moyen obtenu est de:  $360 \text{ lx}$  donnés par les plafonniers;  $55 \text{ lx}$  distribués par les tubes;  $415 \text{ lx}$  au total: Calculer le rendement de la halle, selon que l'on utilise: a) seulement les plafonniers; b) seulement les tubes; c) toute l'installation d'éclairage.

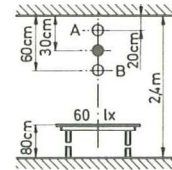
- 8 Pour l'éclairage de bureaux on indique une puissance d'installation de  $96,8 \text{ kW}$ , une puissance spécifique de  $45 \text{ W}/\text{m}^2$  et un éclairage moyen de  $950 \text{ lx}$ . a) Quelle est la surface éclairée? b) Calculer le flux total utile.
- 9 Une installation d'éclairage donnait, lors de sa mise en service, un éclairage moyen de  $620 \text{ lx}$ . Après un certain temps et à la suite de l'encrassement des luminaires et du vieillissement des sources lumineuses, cet éclairage moyen est descendu à  $442 \text{ lx}$ . De combien de pour cent l'éclairage moyen a-t-il diminué?

### 14.5 Eclairage par rapport à la distance

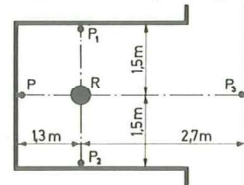
- 1 A  $38 \text{ cm}$  d'un globe lumineux, on mesure un éclairage de  $980 \text{ lx}$ . Quel est théoriquement, l'éclairage à une distance a) deux fois... b) trois fois... c) quatre fois... d) cinq fois plus grande?
- 2 Un globe lumineux éclaire 3 parois comme le montre le croquis. Quels sont théoriquement les éclairages  $E_1$  et  $E_2$ ?
- 
- 3 Un fabricant donne pour une lampe de  $100 \text{ W}$  avec une ouverture du faisceau lumineux de  $15^\circ$ , les éclairages suivants:
- |                      | a)   | b)  | c)  |
|----------------------|------|-----|-----|
| Distances $l$ en m   | 1,5  | 2,5 | 3,5 |
| Eclairages $E$ en lx | 1775 | 640 | 325 |
- Quels sont les rapports entre les distances et les éclairages, le cas a) étant pris comme unité? ( $l_1 : l_2 : l_3 \triangleq E_1 : E_2 : E_3; 1 : \dots : \dots \triangleq 1 : \dots : \dots$ )
- 4 Une lampe spot de  $150 \text{ W}$  avec une ouverture du faisceau lumineux de  $44^\circ$  provoque au centre du faisceau, un éclairage de

$12\,000 \text{ lx}$ , à  $0,5 \text{ m}$ . Quel sera l'éclairage à: a)  $1 \text{ m}$ ; b)  $1,5 \text{ m}$ ; c)  $2 \text{ m}$ ; d)  $3 \text{ m}$ ; e)  $5 \text{ m}$ ; f)  $10 \text{ m}$ ? g) Représenter les résultats graphiquement: les éclairages en fonction des distances.

- 5 Comme le montre le croquis, un tube fluorescent éclaire une table. Quel est l'éclairage si la hauteur de suspension varie a) selon le cas A; b) selon le cas B?



- 6 Une cage d'escaliers est éclairée par un tube luminescent vertical R. L'éclairage au point P est de  $32 \text{ lx}$ . Quels sont les éclairages théoriques aux points: a)  $P_1$ ; b)  $P_2$  et c)  $P_3$ ?



Notes



## 15 Appendice

### 15.1 Millimètres et pouces

- 1 Donner le  $\varnothing$  en mm d'une vis de  $\frac{3}{4}$ ".
- 2 Un potelet a un  $\varnothing$  de  $3\frac{1}{2}$ ". Que représente cette dimension en mm?
- 3 Un ventilateur de cuisine nécessite une ouverture murale de  $8\frac{1}{2}$ ". Quel  $\varnothing$ , en cm, l'électricien donnera-t-il au maçon?
- 4 Un trou dans une machine américaine a 38,1 mm de  $\varnothing$ . Quelle est cette mesure exprimée en pouce?
- 5 Une ouverture a un  $\varnothing$  de 203,2 mm. Combien représente-t-elle de pouces?

### 15.2 Conversions, multiples et sous-multiples

- 1 a)  $12,124^{\circ} = \dots\dots\dots^{\circ}$   
b)  $36,86^{\circ} = 36^{\circ} \dots\dots'$   
c)  $60^{\circ} 50' = 60, \dots^{\circ} = \dots\dots'$   
d)  $1230' = \dots\dots^{\circ} = \dots\dots'$   
e)  $6450'' = \dots^{\circ} \dots'$   
f)  $48' 57'' = \dots\dots^{\circ} = 48, \dots'$
- 2 a)  $16,2 \text{ N m} = \dots \text{ N cm}$   
b)  $3240 \text{ N cm} = \dots \text{ N m}$   
c)  $851 \text{ N cm} = \dots \text{ mN m}$   
d)  $555 \text{ mN m} = \dots \text{ N cm}$
- 3 a)  $4921 \text{ kJ} = \dots \text{ J}$   
b)  $12120 \text{ J} = \dots \text{ kJ}$   
c)  $16,2 \text{ km/h} = \dots \text{ m/s}$   
d)  $72 \text{ m/s} = \dots \text{ km/h}$   
e)  $1420 \text{ 1/min} = \dots \text{ 1/s}$   
f)  $51,8 \text{ 1/s} = \dots \text{ 1/min}$
- 4 a)  $12,32 \text{ kV} = \dots \text{ V}$   
b)  $842 \text{ V} = \dots \text{ kV}$   
c)  $0,078 \text{ V} = \dots \text{ mV}$   
d)  $1285 \text{ mV} = \dots \text{ V}$
- 5 a)  $0,1238 \text{ A} = \dots \text{ mA}$   
b)  $41,22 \text{ mA} = \dots \text{ A}$   
c)  $1,482 \text{ mA} = \dots \mu\text{A}$   
d)  $922 \mu\text{A} = \dots \text{ mA}$
- 6 a)  $20 \text{ M}\Omega = \dots \text{ k}\Omega = \dots \Omega$   
b)  $18,5 \text{ k}\Omega = \dots \text{ M}\Omega = \dots \Omega$   
c)  $3420 \Omega = \dots \text{ k}\Omega$   
d)  $0,1408 \Omega = \dots \text{ m}\Omega$
- 7 a)  $420 \text{ MHz} = \dots \text{ kHz} = \dots \text{ Hz}$   
b)  $1420 \text{ kHz} = \dots \text{ MHz} = \dots \text{ Hz}$   
c)  $475 \text{ Hz} = \dots \text{ kHz}$   
d)  $3205 \text{ kHz} = \dots \text{ MHz} = \dots \text{ Hz}$
- 8 a)  $57,8 \text{ kvar} = \dots \text{ var}$   
b)  $41720 \text{ var} = \dots \text{ kvar}$   
c)  $32 \text{ mvar} = \dots \text{ kvar} = \dots \text{ var}$   
d)  $0,0125 \text{ kvar} = \dots \text{ var} = \dots \text{ mvar}$
- 9 a)  $40 \text{ MW} = \dots \text{ kW} = \dots \text{ W}$   
b)  $52\ 000 \text{ kW} = \dots \text{ MW} = \dots \text{ W}$   
c)  $712\ 000 \text{ W} = \dots \text{ MW} = \dots \text{ kW}$   
d)  $7200 \text{ kVA} = \dots \text{ MVA} = \dots \text{ VA}$   
e)  $0,416 \text{ MVA} = \dots \text{ VA} = \dots \text{ kVA}$   
f)  $4440 \text{ VA} = \dots \text{ kVA} = \dots \text{ MVA}$
- 10 a)  $12 \text{ GWh} = \dots \text{ MWh} = \dots \text{ kWh}$   
b)  $480 \text{ MWh} = \dots \text{ kWh} = \dots \text{ GWh}$   
c)  $7180 \text{ kWh} = \dots \text{ MWh} = \dots \text{ Wh}$   
d)  $41\ 800 \text{ Wh} = \dots \text{ kWh} = \dots \text{ MWh}$
- 11 a)  $2,5 \mu\text{F} = \dots \text{ pF}$   
b)  $5400 \text{ pF} = \dots \mu\text{F}$   
c)  $4 \text{ pF} = \dots \mu\text{F}$   
d)  $0,062 \mu\text{F} = \dots \text{ pF}$
- 12 a)  $4 \text{ kW} = \dots \text{ W} = \dots \text{ N m/s}$   
b)  $12 \text{ kW} = \dots \text{ N m/s}$   
c)  $182 \text{ N m/s} = \dots \text{ kW}$   
d)  $0,22 \text{ kW} = \dots \text{ N m/s}$   
e)  $18 \text{ kN m/s} = \dots \text{ W} = \dots \text{ kW}$   
f)  $8,4 \text{ N m/s} = \dots \text{ kW}$

### 15.3 Puissances de 10

1 Ecrire en nombres décimaux:

- a)  $10^{12} = \dots$
- b)  $10^3 = \dots$
- c)  $16 \cdot 10^4 = \dots$
- d)  $0,5 \cdot 10^6 = \dots$
- e)  $13 \cdot 10^9 = \dots$
- f)  $0,02 \cdot 10^5 = \dots$

2 Ecrire en puissances de dix:

- a)  $1\ 000\ 000 = 10 \dots$
- b)  $600\ 000 = 6 \cdot 10 \dots$
- c)  $1\ 432\ 000 = 1,432 \cdot 10 \dots$
- d)  $15\ 100 = 15,1 \cdot 10 \dots$
- e)  $980 = 0,98 \cdot 10 \dots$
- f)  $122,8 = 1,228 \cdot 10 \dots$

3 Ecrire en fractions décimales:

- a)  $10^{-6} = \dots$
- b)  $10^{-3} = \dots$
- c)  $7 \cdot 10^{-4} = \dots$
- d)  $18 \cdot 10^{-5} = \dots$
- e)  $5,6 \cdot 10^{-6} = \dots$
- f)  $0,052 \cdot 10^{-7} = \dots$

4 Ecrire en puissances de dix:

- a)  $0,0001 = 10 \dots$
- b)  $0,00006 = 6 \cdot 10 \dots$
- c)  $0,00123 = 1,23 \cdot 10 \dots$
- d)  $0,0000015 = 1,5 \cdot 10 \dots$
- e)  $0,0981 = 98,1 \cdot 10 \dots$
- f)  $0,000543 = 543 \cdot 10 \dots$

5 a)  $10^4 \cdot 10^3 = 10 \dots$

- b)  $10^6 \cdot 10^6 = 10 \dots$
- c)  $120 \cdot 10^4 \cdot 10^8 = 120 \cdot 10 \dots$
- d)  $4,6 \cdot 10^3 \cdot 10^4 = 4,6 \cdot 10 \dots$
- e)  $0,05 \cdot 10^2 \cdot 10^6 = 0,05 \cdot 10 \dots$
- f)  $0,026 \cdot 10^3 \cdot 10^7 = 0,026 \cdot 10 \dots$

6 a)  $10^{-12} \cdot 10^{-4} = 10 \dots$

- b)  $10^{-5} \cdot 10^{-7} = 10 \dots$
- c)  $4 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-4} = 4 \cdot 10 \dots$
- d)  $15,44 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-2} = 15,44 \cdot 10 \dots$
- e)  $0,0004 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-5} = 4 \cdot 10 \dots$
- f)  $0,0012 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-4} = 0,12 \cdot 10 \dots$

7 a)  $10^8 \cdot 10^{-5} = 10 \dots$

- b)  $10^{-7} \cdot 10^{12} = 10 \dots$
- c)  $10^{12} \cdot 10^{-12} = 10 \dots$
- d)  $5 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-7} = 5 \cdot 10 \dots$
- e)  $15,23 \cdot 10^{-8} \cdot 10^3 = 15,23 \cdot 10 \dots$
- f)  $0,0048 \cdot 10^6 \cdot 10^{-4} = 48 \cdot 10 \dots$

8 a)  $4 \cdot 10^8 \cdot 5 \cdot 10^7 = \dots \cdot 10^{15}$

- b)  $16 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^6 = \dots \cdot 10^0$
- c)  $15,31 \cdot 8 \cdot 10^5 \cdot 12,5 \cdot 10^{-5} = \dots \cdot 10^0$
- d)  $0,0002 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4 \cdot 2 = \dots \cdot 10^{-6}$
- e)  $1200 \cdot 20 \cdot 10^5 \cdot 10^{-15} = \dots \cdot 10^{-6}$
- f)  $5,6 \cdot 10^3 \cdot 0,001 \cdot 10^{-6} = \dots \cdot 10^{-6}$

9 a)  $10^7 = \dots \cdot 10^4$

- b)  $3,2 \cdot 10^9 = \dots \cdot 10^6$
- c)  $0,002 \cdot 10^8 = \dots \cdot 10^6$
- d)  $0,156 \cdot 10^{12} = \dots \cdot 10^9$
- e)  $5200 \cdot 10^6 = \dots \cdot 10^9$
- f)  $451 \cdot 10^4 = \dots \cdot 10^3$

10 a)  $6 \cdot 10^8 = 600 \cdot 10 \dots$

- b)  $4,5 \cdot 10^{10} = 4500 \cdot 10 \dots$
- c)  $0,004 \cdot 10^9 = 4 \cdot 10 \dots$
- d)  $0,751 \cdot 10^{12} = 751 \cdot 10 \dots$
- e)  $7820 \cdot 10^6 = 7,82 \cdot 10 \dots$
- f)  $12\ 000 \cdot 10^4 = 12 \cdot 10 \dots$

11 a)  $\frac{1}{10^5} = 10 \dots$

b)  $\frac{4}{10^3} = 4 \cdot 10 \dots$

c)  $\frac{12,1}{10^6} = 1,21 \cdot 10 \dots$

d)  $\frac{0,005}{10^{-9}} = 5 \cdot 10 \dots$

e)  $\frac{780}{10^{-5}} = 78 \cdot 10 \dots$

f)  $\frac{0,021}{10^{-9}} = 2,1 \cdot 10 \dots$

12 a)  $\frac{1}{4 \cdot 10^4} = \frac{1}{4} \cdot 10 \dots$

b)  $\frac{8}{2 \cdot 10^5} = 4 \cdot 10 \dots$

c)  $\frac{120}{4 \cdot 10^6} = 3 \cdot 10 \dots$

d)  $\frac{1}{9 \cdot 10^{-4}} = \frac{1}{9} \cdot 10 \dots$

e)  $\frac{49}{3,5 \cdot 10^{-6}} = 1,4 \cdot 10 \dots$

f)  $\frac{0,0052}{26 \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10 \dots$

13 a)  $\frac{10^9}{10^3} = 10 \dots$

b)  $\frac{10^9}{10^{-3}} = 10 \dots$

c)  $\frac{10^2}{10^5} = 10 \dots$

d)  $\frac{10^2}{10^{-5}} = 10 \dots$

- e)  $\frac{10^{-6} \cdot 10^3}{10^4} = 10 \dots$   
 f)  $\frac{10^{-5} \cdot 10^9}{10^3 \cdot 10^{-6}} = 10 \dots$
- 14 a)  $\frac{5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-2} \cdot 2}{0,25 \cdot 10^2} = \dots \cdot 10^2$   
 b)  $\frac{10^9 \cdot 8 \cdot 10^4}{16 \cdot 10^{-5} \cdot 4} = \dots \cdot 10^{12}$   
 c)  $\frac{72 \cdot 10^1 \cdot 10^{-2}}{6 \cdot 10^{-4} \cdot 10^5} = \dots \cdot 10^3$   
 d)  $\frac{33 \cdot 10^{-5} \cdot 10^4 \cdot 10^{-2}}{10^3 \cdot 10^{-6} \cdot 11} = \dots \cdot 10^2$   
 e)  $\frac{10^8 \cdot 10^{-6} \cdot 50}{12,5 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-3}} = \dots \cdot 10^6$   
 f)  $\frac{10^6 \cdot 10^5 \cdot 10^{-7}}{10^4 \cdot 10^{-8} \cdot 10^1} = \dots \cdot 10^6$

15 Ecrire en nombres décimaux:

a)  $\frac{5 \cdot 10^8 \cdot 6,2 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^6} = \dots$

- b)  $\frac{13 \cdot 10^{-3} \cdot 11 \cdot 10^6}{10^3 \cdot 10^{-4} \cdot 26} = \dots$   
 c)  $\frac{10^{12} \cdot 0,02 \cdot 10^{-3}}{0,05 \cdot 10^6 \cdot 10^{-2}} = \dots$   
 d)  $\frac{18,2 \cdot 10^5 \cdot 13,1 \cdot 10^{-5}}{10^{-5} \cdot 9,1 \cdot 10^5} = \dots$   
 e)  $\frac{4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-4} \cdot 3}{8 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6} \cdot 6} = \dots$   
 f)  $\frac{1 \cdot 10^1 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 3 \cdot 10^3}{1 \cdot 10^1 \cdot 2 \cdot 10^2 \cdot 3 \cdot 10^3} = \dots$

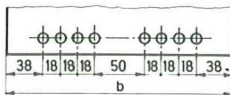
16 Ecrire en nombres décimaux:

- a)  $10^6 - 10^4 = \dots$   
 b)  $4 \cdot 10^4 - 5 \cdot 10^3 = \dots$   
 c)  $0,012 \cdot 10^6 + 120 \cdot 10^2 = \dots$   
 d)  $24 \cdot 10^3 - 0,24 \cdot 10^5 = \dots$   
 e)  $-6 \cdot 10^7 - 10^4 + 4 \cdot 10^7 = \dots$   
 f)  $10^3 - 10^{-3} = \dots$

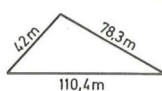
## 15.4 Calcul arithmétique

### 15.4.1 Addition

1 Déterminer la largeur b de cette plaque.



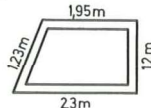
2 Quelle est la longueur de la clôture électrifiée qui entoure cette prairie?



3 Un local a une surface de  $8 \times 12,2$  m et une hauteur de 4,5 m. Quelle est la longueur de la ligne horizontale de  $4 \times 10$  mm<sup>2</sup> Cu qui est posée tout autour du local?

4 Pour une ligne, il a été utilisé les tronçons de tubes suivants: 12 m; 30 cm; 165 cm; 0,87 m; 6 m; 13 cm. Quelle est la longueur totale de ces différents tronçons?

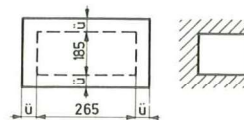
5 Calculer le pourtour de ce cadre en fer plat.



6 La puissance des corps de chauffe d'un four de cuisinière est: 800 W pour la sole; 1100

W pour la voûte et 1300 W pour le gril. Calculer la puissance totale.

7 Une niche murale doit être fermée par un couvercle qui dépasse de tous côtés la niche de  $\ddot{u} = 24$  mm. Quelles sont les dimensions de ce couvercle?



8 Pour l'installation électrique d'une maison familiale on a utilisé les conducteurs suivants:

- a) Fils de cuivre T 1,5 mm<sup>2</sup>
- |        |        |        |       |
|--------|--------|--------|-------|
| 7,5 m  | 3,6 m  | 9,4 m  | 5,4 m |
| 11,8 m | 6,7 m  | 13,5 m | 5,5 m |
| 6,8 m  | 14,7 m | 4,9 m  | 8,8 m |
- b) Fils de cuivre T 4 mm<sup>2</sup>
- |        |        |        |       |
|--------|--------|--------|-------|
| 16,4 m | 9,8 m  | 25,3 m | 6,8 m |
| 17,4 m | 28,6 m | 6,7 m  | 7,3 m |

Quelle est, pour chaque sorte de fils, la longueur utilisée?

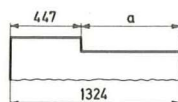
9 Les lacs d'accumulation des centrales d'électricité de l'Oberhasli possèdent les caractéristiques suivantes:

Nom des lacs	Contenance utile en Mm <sup>3</sup>	Energie potentielle en GWh	Cubage des barrages en m <sup>3</sup>
Grimsel	100	275	408 000
Gelmer	13	36	81 000
Räthrichsboden	27	70	278 000
Mattenalp	2	5	11 000
Totensee	2,5	7	4 000
Trübensee	1	4	1 000
Oberaar	58	218	470 000

Calculer la totalité: a) de la contenance utile; b) de l'énergie potentielle; c) du cubage.

#### 15.4.2 Soustraction

1 Déterminer la cote a.



2 Les différentes pièces d'une génératrice triphasée pèsent: le stator: 145 t; le rotor: 197 t; la génératrice entière: 375 t. Que pèsent les pièces restantes: paliers, embases?

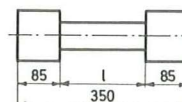
3 Durant une année, les centrales hydrauliques suisses ont produit 40 973 GWh dont 38 083 GWh ont été fournis par les usines conventionnelles. Quelle a été la part produite par les usines des chemins de fer et du secteur industriel?

4 Un transformateur prélève 5200 kW et en fournit 5147,8. Combien de kW sont-ils perdus dans le transformateur?

5 Un appareil électrique est vendu à Fr. 1852.— et un acompte de Fr. 395.— est versé dans les 10 jours. Que reste-t-il à payer?

6 D'une barre de 3,025 m de longueur, on détache successivement des longueurs de a) 120 mm; b) 55 mm; c) 68 cm; d) 455 mm; e) 1,23 m. Que reste-t-il de la barre après chaque prélèvement?

7 Déterminer la longueur incandescente l de cette barre chauffante.



#### 15.4.3 Multiplication

1 Quelle est la quantité d'air que déplace un ventilateur durant 8 h si son débit est de 360 m<sup>3</sup>/h?

2 Une maison achète 13 paquets à 96 cellules redresseuses. Combien y en a-t-il en tout?

3 Que coûte une douzaine de lampes à incandescence à Fr. 1.40 pièce?

4 16 luminaires, équidistants de 1,125 m, sont disposés tout autour d'un local. Calculer la longueur de la ligne qui les alimente directement l'un après l'autre.

5 Un câble de chauffage possède une résistance de 12,5 Ω/m. Quelle est sa résistance pour une longueur de 16,2 m?

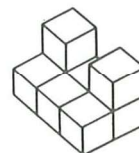
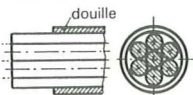
- 6 Une génératrice emploie par heure  $210 \text{ m}^3$  d'eau de refroidissement. Calculer la quantité annuelle d'eau (1 année = 365 jours).
- 7 Un câble chauffant utilise 5,28 V par mètre. Quelle tension lui faut-il pour une longueur de 72 m?
- 8 Le circuit magnétique d'un transformateur pèse 4,24 t. Quelles pertes totales provoque-t-il si elles sont de 2,32 W par kg?
- 9 Pour l'élaboration d'une tonne d'aluminium, on utilise 16 000 kWh. Quelle énergie électrique faut-il pour produire 4500 t d'aluminium?
- 10 Pour le chauffage de la chaussée d'un pont de 45 m de long et de 7,5 m de large, on utilise des câbles chauffants d'une puissance spécifique de  $220 \text{ W/m}^2$ . Quelle est la puissance totale des câbles chauffants?

#### 15.4.4 Division

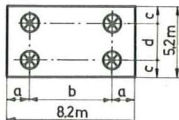
- 1 Une locomotive des CFF a parcouru 260 000 km durant une année (365 j). Quelle est la distance moyenne parcourue journellement?
- 2 Une ligne aérienne à haute tension de  $3 \times 50 \text{ kV}$ , d'une longueur de 48 km, coûte 6,192 millions de francs. Que coûte 1 km de cette ligne?
- 3 L'éclairage d'un tunnel a une puissance totale de 210 kW. Combien d'armatures à tubes fluorescents sont installées si la puissance de l'une d'elles est de 78 W?
- 4 En une année, les 6 millions d'habitants de la Suisse ont consommé 29 488 GWh d'énergie électrique. Calculer la consommation annuelle par tête d'habitant.
- 5 Les frais de construction d'un groupe hydro-électrique d'une puissance installée de 348 000 kW, se sont élevés à 685 millions de francs. Quels sont les frais engagés par kW?
- 6 Un support de câble en ciment d'amiante pèse 9,9 kg et coûte Fr. 14.40. Quel est son prix au kg?
- 7 Un tronçon de câble à haute tension de  $3 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ , pèse 10,5 t. Calculer le poids d'un mètre de ce câble dont la longueur est de 420 m.
- 8 Une barre chauffante a une puissance de 2,1 kW et sa longueur est de 6,6 m. Quelle est sa puissance par mètre?
- 9 La cuirasse de protection d'un câble de 3,4 km de longueur, a une résistance de  $10,54 \Omega$ . Quelle est cette résistance par km?
- 10 Un moteur de 55 kW utilise, à  $3 \times 380 \text{ V}$ , un courant de 105 A. Sous  $3 \times 220 \text{ V}$ , ce courant s'élève à 182 A. Combien d'ampères par kW prélève-t-on: a) à  $3 \times 380 \text{ V}$ ; b) à  $3 \times 220 \text{ V}$ ?

#### 15.4.5 Calculs divers

- 1 D'une torche de fil de 100 m, on a prélevé  $2 \times 8,65 \text{ m}$ ; 7 m et 30 cm;  $3 \times 12,8 \text{ m}$  et 14,25 m. Combien reste-t-il de mètres?
- 2 Un tube d'acier a un  $\varnothing$  intérieur de 19,8 mm et un  $\varnothing$  extérieur de 22,5 mm. Calculer l'épaisseur de la paroi de ce tube.
- 3 Une corde en cuivre est constituée par 7 fils de 1,7 mm de  $\varnothing$ . Quel doit être le  $\varnothing$  intérieur de la douille de contact si l'on prévoit un jeu de 0,2 mm?
- 4 Pour une installation de machines, on doit utiliser des rails d'assise, soit: 18 pièces à 3,2 m; 12 pièces à 1,85 m; 8 pièces à 0,78 m. Combien de m de rails a-t-on utilisé?
- 5 Calculer le  $\varnothing$  intérieur: a) en mm; b) en pouces, au  $\frac{1}{4}$  près, d'un tube à gaz dont le  $\varnothing$  extérieur est de 75,5 mm et l'épaisseur de la paroi de 3,75 mm.
- 6 Calculer au sujet de ce corps composé de cubes de 3 cm de côté: a) la longueur des arêtes; b) la surface; c) le volume.



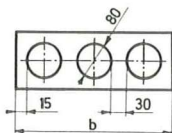
- 7 Le croquis représente le plan d'un local éclairé par 4 lampes. Déterminer les dimensions a); b); c) et d) si  $b=2a$  et que  $d=2c$ .



- 8 D'un tube isolant en PVC de 1,82 m de longueur, on a coupé 28 petits tubes de 62,5 mm de long. Combien reste-t-il du tube initial si chaque coupe nécessite 2,2 mm de chute?

- 9 Une cuisine d'un volume de 22 m<sup>3</sup> est équipée d'un ventilateur dont le débit est de 300 m<sup>3</sup>/h. a) Combien de fois par heure l'air de la cuisine est-il renouvelé? b) Combien de temps faut-il pour renouveler l'air une fois?

- 10 Le croquis représente un tableau muni de 3 instruments de mesure. Déterminer la cote b.



- 11 Un câble souterrain est protégé par des tuyaux en ciment d'amiante soit: 93 tuyaux de 4 m (5,8 kg/m) et un tuyau de 2,8 m; en plus: 93 raccords de 1,8 kg. Que pèse tout ce matériel?

- 12 En une année les distributeurs d'électricité en Suisse, ont dépensé les sommes suivantes:

10<sup>6</sup> Fr.

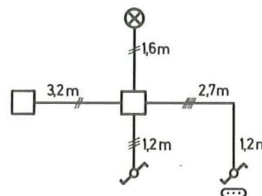
1) Administration, exploitation, entretien	540
2) Amortissements, répartitions, placements	476
3) Intérêts	428
4) Obligations envers différentes instances	183
5) Impôts et redevances	166
6) Dividendes	75

- a) Déterminer les dépenses totales.  
b) Exprimer en pour cent la part des différents postes de dépenses.

- 13 Une plaque de chauffe de 550 W a une surface de 29 × 19 cm. Calculer la puissance spécifique en W par cm<sup>2</sup>.

- 14 Pour l'équipement d'un laboratoire on a employé du cordon en cuivre à Fr. 67.20/100 m et selon les longueurs suivantes: 120 cordons à 80 cm; 240 cordons à 1,2 m; 80 cordons à 1,5 m. a) Combien de torches de 100 m a-t-on dû utiliser et entamer? b) Quel est le coût de ces torches? c) combien de m de cordon reste-t-il sur la torche entamée?

- 15 Il s'agit d'une installation de lumière en fil T de 1,5 mm<sup>2</sup>. Les traits obliques sur les conduites indiquent le nombre des conducteurs qu'elles contiennent. Combien faut-il: a) de m de tubes; b) de m de fils en prévoyant 10 cm de plus par fil et par raccordement?



- 16 Combien faut-il de m de fil téléphonique aérien pour les tronçons suivants: 1) 4 × 2 fils sur 1,547 km; 2) 3 × 2 fils sur 0,754 km; 3) 6 × 2 fils sur 645 m; 4) 2 × 2 fils sur 3,75 km?

- 17 Pour l'éclairage d'un tunnel routier on a utilisé 10 300 armatures à un tube fluorescent et 732 armatures à trois tubes fluorescents. Combien a-t-on employé: a) d'armatures; b) de tubes fluorescents?

- 18 L'éclairage d'une piscine est constitué par 18 lampes à vapeur de mercure de 2 kW et 32 de 400 W. De surcroît 34 lampes à incandescence immergées de 1 kW. Calculer: a) le nombre de lampes; b) la puissance totale installée.

- 19 La chaussée chauffée d'un pont routier est de 6,4 × 22 m. On y a posé 1660 m de câble chauffant. Déterminer le nombre de m de câble chauffant par m<sup>2</sup> de chaussée chauffée.

- 20 En 1975, la moyenne mensuelle du commerce extérieur de la Suisse s'est présenté comme suit:

Importations	Fr. en millions
Matières premières,	
produits semi-fabriqués	13 767,1
Matières énergétiques	3 410,1
Marchandises d'investissement	5 595,4
Marchandises à consommer	11 495,3
<b>Exportations</b>	<b>33 429,7</b>

- a) Quelle est la totalité des importations?  
b) Par rapport à la Suisse, le bilan est-il positif ou négatif?

## 15.5 Les fractions

### 15.5.1 Amplification

1 Amplifier  $\frac{3}{4}$  par 2, 5, 7, 8, 15, 25.

2 Amplifier  $\frac{2}{5}$  par 3, 6, 4.

3 Amplifier  $\frac{1}{13}$  par 9, 12, 18.

4  $\frac{3}{5} = \frac{\dots}{10}, \frac{\dots}{15}, \frac{\dots}{25}, \frac{\dots}{40},$   
 $\frac{\dots}{100}, \frac{\dots}{1000}$

5  $\frac{3}{7} = \frac{\dots}{21}, \frac{\dots}{77}, \frac{\dots}{105}$

6  $\frac{6}{8} = \frac{\dots}{40}, \frac{\dots}{120}, \frac{\dots}{1000}$

7  $\frac{4}{9} = \frac{\dots}{36}, \frac{\dots}{81}, \frac{\dots}{261}$

8  $\frac{3}{11} = \frac{\dots}{121}, \frac{\dots}{231}, \frac{\dots}{275}$

### 15.5.2 Simplification

1 Simplifier  $\frac{16}{28}$  le plus possible.

2  $\frac{90}{120} = \frac{\dots}{60}, \frac{\dots}{12}, \frac{\dots}{4}$

3  $\frac{42}{294} = \frac{\dots}{42}, \frac{\dots}{14}, \frac{\dots}{7}$

4 a)  $\frac{12}{15} = \frac{\dots}{\dots}$     b)  $\frac{7}{49} = \frac{\dots}{\dots}$   
c)  $\frac{15}{80} = \frac{\dots}{\dots}$

5 a)  $\frac{16}{24} = \frac{\dots}{\dots}$     b)  $\frac{60}{124} = \frac{\dots}{\dots}$   
c)  $\frac{18}{30} = \frac{\dots}{\dots}$

6 a)  $\frac{125}{1000} = \frac{\dots}{\dots}$     b)  $\frac{875}{1000} = \frac{\dots}{\dots}$   
c)  $\frac{625}{1000} = \frac{\dots}{\dots}$

7 a)  $\frac{144}{252} = \frac{\dots}{\dots}$     b)  $\frac{75}{225} = \frac{\dots}{\dots}$   
c)  $\frac{105}{340} = \frac{\dots}{\dots}$

### 15.5.3 Extraction des entiers

1 a)  $\frac{8}{5} = \dots$     b)  $\frac{13}{7} = \dots$   
c)  $\frac{21}{4} = \dots$

2 a)  $\frac{17}{2} = \dots$     b)  $\frac{20}{3} = \dots$   
c)  $\frac{49}{6} = \dots$

3 a)  $\frac{99}{8} = \dots$     b)  $\frac{42}{9} = \dots$   
c)  $\frac{131}{11} = \dots$

4 a)  $\frac{151}{12} = \dots$     b)  $\frac{76}{13} = \dots$   
c)  $\frac{242}{15} = \dots$

### 15.5.4 Réduction au même dénominateur

1 a)  $\frac{2}{3}$  et  $\frac{3}{4}$     b)  $\frac{3}{5}$  et  $\frac{4}{9}$   
c)  $\frac{4}{7}$  et  $\frac{6}{8}$

2 a)  $\frac{6}{12}$  et  $\frac{5}{14}$     b)  $\frac{5}{6}$  et  $\frac{4}{11}$   
c)  $\frac{7}{13}$  et  $\frac{2}{15}$

3 a)  $\frac{5}{6}, \frac{3}{4}$  et  $\frac{2}{7}$     b)  $\frac{1}{3}, \frac{3}{5}$  et  $\frac{1}{2}$   
c)  $\frac{3}{8}, \frac{7}{10}$  et  $\frac{5}{12}$

4 a)  $\frac{3}{8}$  et  $\frac{4}{5} = \frac{\dots}{40}$  et  $\frac{\dots}{40}$   
b)  $\frac{4}{9}$  et  $\frac{1}{3} = \frac{\dots}{27}$  et  $\frac{\dots}{27}$   
c)  $\frac{14}{15}$  et  $\frac{2}{3} = \frac{\dots}{30}$  et  $\frac{\dots}{30}$

5 a)  $\frac{1}{4}, \frac{3}{8}, \frac{2}{15}, \frac{5}{6}, \frac{1}{3}$  et  $\frac{1}{5}$   
b)  $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}$  et  $\frac{1}{7}$   
c)  $\frac{5}{24}, \frac{3}{8}, \frac{1}{12}, \frac{5}{6}, \frac{3}{4}$  et  $\frac{1}{2}$

### 15.5.5 Addition et soustraction de fractions de même dénominateur

1  $\frac{3}{100} + \frac{21}{100} + \frac{43}{100} = \frac{\dots}{100}$

2  $\frac{7}{24} + \frac{4}{24} + \frac{8}{24} = \frac{\dots}{24}$

3  $\frac{1}{1000} + \frac{9}{1000} + \frac{200}{1000} = \frac{\dots}{1000}$

4  $\frac{5}{12} + \frac{3}{12} + \frac{3}{12} = \frac{\dots}{12}$

5  $\frac{7}{500} + \frac{211}{500} + \frac{193}{500} = \frac{\dots}{500}$

10  $\frac{120}{144} - \frac{17}{144} - \frac{25}{144} - \frac{39}{144} = \frac{\dots}{144}$

11  $\frac{99}{100} - \frac{21}{100} - \frac{33}{100} - \frac{2}{100} = \frac{\dots}{100}$

12  $\frac{45}{12} - \frac{7}{12} - \frac{5}{12} - \frac{19}{12} = \frac{\dots}{12}$

13  $\frac{480}{360} - \frac{240}{360} - \frac{90}{360} - \frac{77}{360} = \frac{\dots}{360}$

14  $\frac{950}{1000} - \frac{374}{1000} - \frac{168}{1000} - \frac{7}{1000} = \frac{\dots}{1000}$

15  $\frac{624}{500} - \frac{33}{500} - \frac{178}{500} - \frac{316}{500} = \frac{\dots}{500}$

16  $1\frac{3}{4} + \frac{3}{4} = \dots$

17  $2\frac{7}{8} + \frac{5}{8} = \dots$

18  $5\frac{3}{5} + \frac{4}{5} = \dots$

19  $47\frac{1}{8} - \frac{3}{8} = \dots$

6  $\frac{125}{1000} + \frac{500}{1000} + \frac{250}{1000} = \frac{\dots}{1000}$

7  $\frac{200}{144} + \frac{165}{144} + \frac{72}{144} = \frac{\dots}{144}$

8  $\frac{270}{360} + \frac{450}{360} + \frac{630}{360} = \frac{\dots}{360}$

9  $\frac{300}{400} + \frac{500}{400} + \frac{700}{400} = \frac{\dots}{400}$

20  $13\frac{4}{7} - \frac{6}{7} = \dots$

21  $25\frac{5}{12} - \frac{11}{12} = \dots$

22  $\frac{1}{7} + \frac{4}{7} + 5\frac{3}{7} = \dots$

23  $\frac{5}{12} + \frac{11}{12} + 7\frac{1}{12} = \dots$

24  $\frac{1}{8} + 4\frac{5}{8} + 19\frac{3}{8} = \dots$

25  $3\frac{1}{7} + 18\frac{4}{7} + 215\frac{6}{7} = \dots$

26  $324 + \frac{14}{15} + 31\frac{7}{15} = \dots$

27  $4\frac{3}{25} + 32 + \frac{24}{25} = \dots$

28  $63\frac{1}{7} - \frac{6}{7} - \frac{4}{7} = \dots$

29  $121\frac{1}{15} - \frac{4}{15} - \frac{11}{15} = \dots$

30  $243\frac{8}{32} - \frac{15}{32} - \frac{25}{32} = \dots$

### 15.5.6 Addition et soustraction de fractions diverses

- 1 a)  $\frac{3}{4} + \frac{2}{5} = \dots$   
 b)  $\frac{5}{7} + \frac{7}{8} = \dots$   
 c)  $\frac{2}{3} + \frac{3}{5} = \dots$
- 2 a)  $\frac{4}{9} + \frac{5}{8} = \dots$   
 b)  $\frac{2}{7} + \frac{3}{8} = \dots$   
 c)  $\frac{1}{2} + \frac{7}{8} = \dots$
- 3 a)  $\frac{5}{8} - \frac{1}{4} = \dots$   
 b)  $\frac{3}{7} - \frac{1}{4} = \dots$   
 c)  $\frac{5}{9} - \frac{1}{2} = \dots$
- 4 a)  $\frac{98}{100} - \frac{4}{25} = \dots$   
 b)  $\frac{63}{64} - \frac{3}{4} = \dots$   
 c)  $\frac{17}{25} - \frac{2}{5} = \dots$
- 5 a)  $\frac{7}{8} - \frac{2}{5} = \dots$   
 b)  $\frac{6}{7} - \frac{2}{3} = \dots$   
 c)  $\frac{11}{15} - \frac{1}{4} = \dots$
- 6 a)  $\frac{18}{24} - \frac{1}{8} = \dots$   
 b)  $\frac{6}{9} - \frac{1}{27} = \dots$   
 c)  $\frac{16}{49} - \frac{4}{14} = \dots$
- 7  $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \dots$
- 8  $\frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{7} = \dots$
- 9  $\frac{1}{9} + \frac{2}{3} + \frac{3}{6} = \dots$
- 10  $\frac{3}{4} + \frac{5}{8} + \frac{5}{12} = \dots$
- 11  $\frac{7}{10} + \frac{3}{5} + \frac{1}{4} = \dots$
- 12  $\frac{4}{15} + \frac{3}{4} + \frac{7}{60} = \dots$
- 13  $\frac{3}{12} + \frac{4}{9} + \frac{2}{5} = \dots$
- 14  $\frac{7}{12} + \frac{5}{3} + \frac{3}{20} = \dots$
- 15  $\frac{50}{240} + \frac{70}{360} + \frac{140}{720} = \dots$
- 16  $\frac{3}{4} + \frac{7}{8} + \frac{3}{5} + \frac{4}{7}$   
 $+ \frac{11}{35} + \frac{11}{28} = \dots$
- 17  $\frac{7}{15} + \frac{12}{25} + \frac{10}{125} + \frac{70}{250}$   
 $+ \frac{2}{5} + \frac{1}{3} = \dots$
- 18  $\frac{95}{100} - \frac{3}{20} - \frac{4}{25} = \dots$
- 19  $\frac{115}{120} - \frac{7}{30} - \frac{5}{12} = \dots$
- 20  $\frac{150}{144} - \frac{3}{8} - \frac{1}{24} = \dots$
- 21  $\frac{8}{9} - \frac{1}{4} - \frac{3}{8} - \frac{2}{9} - \frac{3}{72} = \dots$
- 22  $\frac{117}{125} - \frac{4}{25} - \frac{13}{50} - \frac{1}{5} - \frac{3}{250} = \dots$
- 23  $\frac{3}{5} + \frac{34}{7} = \dots$
- 24  $4\frac{3}{8} + 1\frac{2}{3} = \dots$
- 25  $1\frac{1}{4} + \frac{3}{8} = \dots$
- 26  $3\frac{1}{5} - \frac{1}{6} = \dots$
- 27  $7\frac{1}{2} - \frac{4}{9} = \dots$
- 28  $5\frac{2}{7} - \frac{7}{8} = \dots$
- 29  $49\frac{1}{3} - \frac{7}{15} = \dots$
- 30  $72\frac{5}{18} - \frac{5}{6} = \dots$
- 31  $153\frac{11}{32} - \frac{3}{4} = \dots$
- 32  $1\frac{1}{4} + \frac{3}{5} + \frac{19}{20} = \dots$
- 33  $327 + 3\frac{5}{6} + \frac{5}{12} = \dots$
- 34  $17\frac{1}{4} + 16\frac{2}{3} + \frac{15}{24} = \dots$
- 35  $229\frac{1}{3} + 78\frac{3}{4} + 1\frac{3}{5} + \frac{11}{12} = \dots$
- 36  $7\frac{1}{2} - 3\frac{1}{5} = \dots$
- 37  $9\frac{3}{8} - 4\frac{1}{7} = \dots$
- 38  $4\frac{8}{9} - 2\frac{2}{3} = \dots$
- 39  $21 - 7\frac{1}{3} - 4\frac{3}{4} - 5\frac{5}{12} = \dots$

### 15.5.7 Multiplication de fractions par un nombre entier et inversement

- 1 a)  $5 \cdot \frac{1}{7} = \dots$   
 b)  $8 \cdot \frac{1}{8} = \dots$   
 c)  $12 \cdot \frac{1}{11} = \dots$
- 2 a)  $6 \cdot \frac{4}{9} = \dots$   
 b)  $7 \cdot \frac{3}{4} = \dots$   
 c)  $15 \cdot \frac{5}{6} = \dots$
- 3 a)  $17 \cdot \frac{2}{3} = \dots$   
 b)  $5 \cdot \frac{19}{24} = \dots$   
 c)  $25 \cdot \frac{17}{125} = \dots$
- 4 a)  $\frac{3}{4} \cdot 4 = \dots$   
 b)  $\frac{7}{8} \cdot 3 = \dots$   
 c)  $\frac{11}{12} \cdot 12 = \dots$
- 5 a)  $\frac{2}{3} \cdot 144 = \dots$   
 b)  $\frac{1}{2} \cdot 1050 = \dots$   
 c)  $\frac{3}{4} \cdot 472 = \dots$
- 6 a)  $\frac{15}{16} \cdot 8 = \dots$   
 b)  $\frac{11}{25} \cdot 5 = \dots$   
 c)  $\frac{111}{125} \cdot 9 = \dots$



### 15.5.8 Multiplication de fractions entre elles

- 1 a)  $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} = \dots$   
 b)  $\frac{6}{8} \cdot \frac{5}{8} = \dots$   
 c)  $\frac{3}{15} \cdot \frac{5}{15} = \dots$
- 2 a)  $\frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} = \dots$   
 b)  $\frac{6}{7} \cdot \frac{1}{3} = \dots$   
 c)  $\frac{3}{8} \cdot \frac{2}{5} = \dots$
- 3 a)  $\frac{3}{4} \cdot \frac{4}{3} = \dots$   
 b)  $\frac{3}{5} \cdot \frac{5}{8} = \dots$   
 c)  $\frac{5}{6} \cdot \frac{3}{5} = \dots$
- 4 a)  $\frac{3}{15} \cdot \frac{3}{4} = \dots$   
 b)  $\frac{12}{25} \cdot \frac{5}{8} = \dots$   
 c)  $\frac{13}{40} \cdot \frac{4}{39} = \dots$
- 5  $\frac{1}{3} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} = \dots$
- 6  $\frac{1}{8} \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{8}{15} \cdot \frac{4}{9} = \dots$
- 7  $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{6}{10} \cdot \frac{15}{21} \cdot \frac{3}{4} = \dots$
- 8  $1\frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} = \dots$
- 9  $3\frac{1}{5} \cdot \frac{1}{4} = \dots$
- 10  $2\frac{1}{8} \cdot \frac{2}{5} = \dots$
- 11  $\frac{5}{12} \cdot 1\frac{3}{5} = \dots$
- 12  $\frac{7}{15} \cdot 5\frac{5}{8} = \dots$
- 13  $\frac{2}{3} \cdot 1\frac{5}{7} = \dots$

### 15.5.9 Division d'une fraction par un nombre entier

- 1 a)  $\frac{3}{4} : 2 = \dots$   
 b)  $\frac{7}{8} : 5 = \dots$   
 c)  $\frac{9}{10} : 7 = \dots$
- 2 a)  $\frac{14}{25} : 7 = \dots$   
 b)  $\frac{39}{50} : 13 = \dots$   
 c)  $\frac{42}{140} : 6 = \dots$
- 3 a)  $8\frac{8}{17} : 4 = \dots$   
 b)  $10\frac{5}{12} : 6 = \dots$   
 c)  $24\frac{1}{9} : 3 = \dots$
- 4 a)  $\frac{13}{41} : 8 = \dots$   
 b)  $\frac{72}{87} : 9 = \dots$   
 c)  $102\frac{4}{15} : 3 = \dots$

### 15.5.10 Division d'un nombre entier par une fraction

- 1 a)  $3 : \frac{1}{2} = \dots$   
 b)  $18 : \frac{1}{6} = \dots$   
 c)  $25 : \frac{1}{5} = \dots$
- 2 a)  $18 : \frac{6}{8} = \dots$   
 b)  $25 : \frac{5}{7} = \dots$   
 c)  $48 : \frac{12}{25} = \dots$
- 3 a)  $23 : \frac{2}{3} = \dots$   
 b)  $8 : \frac{5}{6} = \dots$   
 c)  $15 : \frac{7}{12} = \dots$
- 4 a)  $12 : 1\frac{1}{2} = \dots$   
 b)  $49 : 7\frac{2}{7} = \dots$   
 c)  $102 : 3\frac{3}{4} = \dots$

### 15.5.11 Division de fractions entre elles

- 1 a)  $\frac{1}{2} : \frac{1}{3} = \dots$   
 b)  $\frac{1}{3} : \frac{1}{4} = \dots$   
 c)  $\frac{1}{5} : \frac{1}{5} = \dots$
- 2 a)  $\frac{2}{7} : \frac{1}{3} = \dots$   
 b)  $\frac{3}{5} : \frac{1}{4} = \dots$   
 c)  $\frac{1}{25} : \frac{7}{8} = \dots$
- 3 a)  $\frac{9}{25} : \frac{3}{5} = \dots$   
 b)  $\frac{7}{16} : \frac{2}{3} = \dots$   
 c)  $\frac{4}{5} : \frac{13}{30} = \dots$
- 4 a)  $2\frac{2}{3} : \frac{2}{5} = \dots$   
 b)  $9\frac{1}{2} : \frac{5}{6} = \dots$   
 c)  $7\frac{3}{8} : \frac{3}{4} = \dots$
- 5 a)  $\frac{8}{15} : 5\frac{5}{6} = \dots$   
 b)  $\frac{4}{7} : 2\frac{1}{8} = \dots$   
 c)  $\frac{1}{2} : 6\frac{4}{5} = \dots$
- 6 a)  $\frac{6}{7} : \frac{7}{6} = \dots$   
 b)  $10\frac{4}{5} : 5\frac{3}{4} = \dots$   
 c)  $4\frac{3}{4} : 3\frac{5}{8} = \dots$
- 7  $\frac{2}{5} : \frac{3}{4} : \frac{1}{6} = \dots$
- 8  $\frac{4}{7} : \frac{3}{8} : \frac{6}{7} = \dots$
- 9  $4\frac{1}{2} : \frac{1}{2} : \frac{3}{4} = \dots$
- 10 a)  $\frac{\frac{3}{4}}{\frac{3}{8}} = \dots$   
 b)  $\frac{\frac{5}{6}}{\frac{15}{12}} = \dots$   
 c)  $\frac{\frac{3}{7}}{\frac{5}{14}} = \dots$
- 11 a)  $\frac{\frac{15}{26}}{\frac{12}{13}} = \dots$   
 b)  $\frac{\frac{3}{4}}{\frac{15}{8}} = \dots$   
 c)  $\frac{\frac{26}{144}}{\frac{5}{12}} = \dots$

### 15.5.12 Conversion de fractions décimales en fractions ordinaires

- 1 a)  $0,1 = \dots$       b)  $0,01 = \dots$       5 a)  $0,375 = \dots$       b)  $0,45 = \dots$   
c)  $0,001 = \dots$       c)  $0,035 = \dots$
- 2 a)  $0,3 = \dots$       b)  $0,7 = \dots$       6 a)  $27,375 = 27 \dots / \dots$   
c)  $0,11 = \dots$       c)  $23,875 = 23 \dots / \dots$
- 3 a)  $0,39 = \dots$       b)  $0,017 = \dots$       7 a)  $15,75 = \dots$       b)  $17,33 = \dots$   
c)  $0,319 = \dots$       c)  $91,025 = \dots$
- 4 a)  $0,2 = \dots$       b)  $0,25 = \dots$       8 a)  $3,625 = \dots$       b)  $7,005 = \dots$   
c)  $0,125 = \dots$       c)  $13,04 = \dots$

### 15.5.13 Conversion de fractions ordinaires en fractions décimales

- 1 a)  $\frac{1}{10} = \dots$       b)  $\frac{1}{100} = \dots$       4 a)  $\frac{625}{1000} = \dots$       b)  $\frac{3}{8} = \dots$   
c)  $\frac{1}{1000} = \dots$       c)  $\frac{4}{25} = \dots$
- 2 a)  $\frac{3}{10} = \dots$       b)  $\frac{15}{100} = \dots$       5 a)  $3\frac{1}{25} = 3, \dots$       b)  $4\frac{1}{40} = \dots$   
c)  $\frac{21}{1000} = \dots$       c)  $17\frac{7}{8} = \dots$
- 3 a)  $\frac{3}{20} = \dots$       b)  $\frac{17}{25} = \dots$       6 a)  $18\frac{2}{3} = \dots$       b)  $3\frac{1}{7} = \dots$   
c)  $9\frac{1}{125} = \dots$       c)  $1\frac{1}{11} = \dots$

### 15.5.14 Conversion de fractions en nombre fractionnaires ou entiers

- 1 a)  $\frac{47}{21} = \dots$       b)  $\frac{312}{12} = \dots$       2 a)  $\frac{144}{14} = \dots$       b)  $\frac{56}{3} = \dots$   
c)  $\frac{255}{15} = \dots$       c)  $\frac{419}{24} = \dots$

### 15.5.15 Conversion de nombres fractionnaires en fractions

- 1 a)  $1\frac{3}{24} = \dots$       b)  $7\frac{7}{8} = \dots$       2 a)  $3\frac{4}{9} = \dots$       b)  $6\frac{3}{5} = \dots$   
c)  $13\frac{5}{12} = \dots$       c)  $29\frac{8}{7} = \dots$

### 15.5.16 Conversion de pour cent en fractions et inversement

- 1 a)  $25\% = 0, \dots = \dots / \dots$       5 a)  $\frac{1}{5} = \dots \%$       b)  $\frac{5}{6} = \dots \%$   
b)  $75\% = \dots = \dots / \dots$       c)  $\frac{3}{8} = \dots \%$   
c)  $2,5\% = \dots = \dots / \dots$
- 2 a)  $12,5\% = 0, \dots = \dots / \dots$       6 a)  $\frac{3}{20} = \dots \%$       b)  $\frac{1}{40} = \dots \%$   
b)  $87,5\% = \dots = \dots / \dots$       c)  $\frac{3}{25} = \dots \%$   
c)  $1,25\% = \dots = \dots / \dots$
- 3 a)  $16\frac{2}{3}\% = 0, \dots = \dots / \dots$       7 a)  $0,124 = \dots \%$       b)  $0,72 = \dots \%$   
b)  $83\frac{1}{3}\% = \dots = \dots / \dots$       c)  $0,032 = \dots \%$   
c)  $8\frac{1}{3}\% = \dots = \dots / \dots$
- 4 a)  $41\frac{2}{3}\% = 0, \dots = \dots / \dots$       8 a)  $1,45 = \dots \%$       b)  $8,11 = \dots \%$   
b)  $3\frac{1}{3}\% = \dots = \dots / \dots$       c)  $2,773 = \dots \%$   
c)  $35\% = \dots = \dots / \dots$

## 15.6 Transformation de formules

- |                        |               |                                 |               |
|------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|
| 1 a) $x + 7 = 12$      | $x = \dots$   | 17 a) $4x - 80 = 160$           | $x = \dots$   |
| b) $b + c = a$         | $b = \dots$   | b) $12a - b = m$                | $a = \dots$   |
| c) $U_1 + U_2 = U$     | $U_1 = \dots$ | c) $6P_1 - P_2 = P_3$           | $P_1 = \dots$ |
| 2 a) $5 + x = 12$      | $x = \dots$   | 18 a) $70 - 4x = 42$            | $x = \dots$   |
| b) $m + n = p$         | $n = \dots$   | b) $m - 3n = z$                 | $n = \dots$   |
| c) $l_1 + l_2 = l$     | $l_2 = \dots$ | c) $Q - 5Q_1 = Q_2$             | $Q_1 = \dots$ |
| 3 a) $x + 18 = 12$     | $x = \dots$   | 19 a) $12 + 8 = 4x - 8$         | $x = \dots$   |
| b) $k + m = n$         | $k = \dots$   | b) $4a + 3a = 7c - 8a$          | $c = \dots$   |
| c) $P_2 + Pd = P_1$    | $P_2 = \dots$ | c) $6U_1 + 2U_1 = 4U - 12U_1$   | $U = \dots$   |
| 4 a) $20 + x = 8$      | $x = \dots$   | 20 a) $16 - 20 = 40 - 11x$      | $x = \dots$   |
| b) $c + a = d$         | $a = \dots$   | b) $5s - 10s = 13s - 12a$       | $a = \dots$   |
| c) $R_1 + R_2 = R$     | $R_2 = \dots$ | c) $10A_1 - 2A_1 = 3A_1 - 4A_2$ | $A_2 = \dots$ |
| 5 a) $x - 24 = 40$     | $x = \dots$   | 21 a) $x \cdot 7 = 63$          | $x = \dots$   |
| b) $y - x = z$         | $y = \dots$   | b) $a \cdot b = c$              | $a = \dots$   |
| c) $l - l_1 = l_2$     | $l = \dots$   | c) $l \cdot U = P$              | $l = \dots$   |
| 6 a) $72 - x = 35$     | $x = \dots$   | 22 a) $12 \cdot x = 96$         | $x = \dots$   |
| b) $e - f = g$         | $f = \dots$   | b) $d \cdot e = h$              | $e = \dots$   |
| c) $Q - Q_1 = Q_2$     | $Q_1 = \dots$ | c) $l \cdot R = U$              | $R = \dots$   |
| 7 a) $x - 51 = 21$     | $x = \dots$   | 23 a) $x \cdot 20 = 5$          | $x = \dots$   |
| b) $a - b = c$         | $a = \dots$   | b) $p \cdot q = s$              | $p = \dots$   |
| c) $p_1 - p_2 = p$     | $p_1 = \dots$ | c) $l \cdot b = A$              | $l = \dots$   |
| 8 a) $102 - x = 48$    | $x = \dots$   | 24 a) $15 \cdot x = 75$         | $x = \dots$   |
| b) $h - k = i$         | $k = \dots$   | b) $i \cdot k = m$              | $k = \dots$   |
| c) $A_1 - A = A_2$     | $A = \dots$   | c) $p \cdot A = F$              | $A = \dots$   |
| 9 a) $x + 18 = -12$    | $x = \dots$   | 25 a) $\frac{x}{5} = 20$        | $x = \dots$   |
| b) $a + b = -c$        | $a = \dots$   | b) $\frac{t}{s} = q$            | $t = \dots$   |
| c) $M + M_1 = -M_2$    | $M = \dots$   | c) $\frac{A}{m} = h$            | $A = \dots$   |
| 10 a) $16 + x = -16$   | $x = \dots$   | 26 a) $\frac{x}{0,25} = 8$      | $x = \dots$   |
| b) $r + s = -t$        | $s = \dots$   | b) $\frac{a}{b} = c$            | $a = \dots$   |
| c) $V + V_1 = -V_2$    | $V = \dots$   | c) $\frac{A}{n} = p$            | $A = \dots$   |
| 11 a) $x - 48 = -12$   | $x = \dots$   | 27 a) $\frac{42}{x} = 7$        | $x = \dots$   |
| b) $u - v = -w$        | $u = \dots$   | b) $\frac{i}{r} = t$            | $r = \dots$   |
| c) $U_1 - U = -U_2$    | $U_1 = \dots$ | c) $\frac{M}{F} = r$            | $F = \dots$   |
| 12 a) $100 - x = -112$ | $x = \dots$   |                                 |               |
| b) $a - b = -c$        | $b = \dots$   |                                 |               |
| c) $V - V_1 = -V_2$    | $V_1 = \dots$ |                                 |               |
| 13 a) $21 = x + 12$    | $x = \dots$   |                                 |               |
| b) $d = e + f$         | $e = \dots$   |                                 |               |
| c) $P = P_1 + P_2$     | $P_1 = \dots$ |                                 |               |
| 14 a) $40 = 16 - x$    | $x = \dots$   |                                 |               |
| b) $r = s - t$         | $t = \dots$   |                                 |               |
| c) $S_2 = S_1 - S$     | $S = \dots$   |                                 |               |
| 15 a) $8x + 6 = 30$    | $x = \dots$   |                                 |               |
| b) $6a + b = c$        | $a = \dots$   |                                 |               |
| c) $4A_1 + A_2 = A$    | $A_1 = \dots$ |                                 |               |
| 16 a) $21 + 5x = 71$   | $x = \dots$   |                                 |               |
| b) $m + 4n = p$        | $n = \dots$   |                                 |               |
| c) $U_1 + 8U_2 = U_3$  | $U_2 = \dots$ |                                 |               |

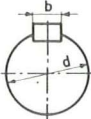
- 28 a)  $\frac{24}{x} = 0,6$   $x = \dots$   
 b)  $\frac{m}{a} = t$   $a = \dots$   
 c)  $\frac{\phi}{A} = B$   $A = \dots$
- 29 a)  $x \cdot 12 = 6 \cdot 8$   $x = \dots$   
 b)  $a \cdot m = c \cdot d$   $a = \dots$   
 c)  $U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$   $U_1 = \dots$
- 30 a)  $44 \cdot 5 = x \cdot 6$   $x = \dots$   
 b)  $m \cdot k = y \cdot z$   $y = \dots$   
 c)  $l \cdot b = m \cdot h$   $m = \dots$
- 31 a)  $5 \cdot x \cdot 6 = 60 - 30$   $x = \dots$   
 b)  $a \cdot b \cdot c = k - r$   $b = \dots$   
 c)  $l \cdot b \cdot h = A - 24$   $b = \dots$
- 32 a)  $72 - 8 = 6 \cdot x \cdot 2$   $x = \dots$   
 b)  $a - b = c \cdot d \cdot e$   $d = \dots$   
 c)  $V_1 - V_2 = l \cdot b \cdot h$   $b = \dots$
- 33 a)  $\frac{x \cdot 5}{20} = 40$   $x = \dots$   
 b)  $\frac{a \cdot b}{m} = c$   $a = \dots$   
 c)  $\frac{l \cdot R}{I_1} = R_1$   $l = \dots$
- 34 a)  $\frac{12 \cdot 6}{x} = 24$   $x = \dots$   
 b)  $\frac{r \cdot s}{t} = x$   $t = \dots$   
 c)  $\frac{p_1 \cdot A_1}{p_2} = A_2$   $p_2 = \dots$
- 35 a)  $\frac{4 \cdot 12}{5} = \frac{x \cdot 2}{10}$   $x = \dots$   
 b)  $\frac{a \cdot b}{c} = \frac{d \cdot e}{f}$   $d = \dots$   
 c)  $\frac{F_1 \cdot r_1}{r_0} = \frac{F_2 \cdot r_2}{r}$   $F_2 = \dots$
- 36 a)  $\frac{60}{12} = \frac{10}{2x}$   $x = \dots$   
 b)  $\frac{s}{t} = \frac{q}{3m}$   $m = \dots$   
 c)  $\frac{S}{U} = \frac{S_2}{3U_1}$   $U_1 = \dots$
- 37 a)  $O = A_1 + A_2 + M$   $A_1 = \dots$   
 b)  $O = 2A + M_1 + M_2$   $A = \dots$   
 c)  $V - V_1 - V_2 = V_3 + V_4$   $V = \dots$
- 38 a)  $a = u - b - c$   $u = \dots$   
 b)  $I_3 = I - I_1 - I_2$   $I_1 = \dots$   
 c)  $U_1 + U_2 - U_3 = U$   $U_3 = \dots$
- 39 a)  $U = 6a$   $a = \dots$   
 b)  $W = Q \cdot t$   $t = \dots$   
 c)  $S = l \cdot U$   $l = \dots$
- 40 a)  $u = 2 \cdot \pi \cdot r$   $r = \dots$   
 b)  $A = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot l$   $l = \dots$   
 c)  $P = l \cdot U \cdot \cos \varphi$   $\cos \varphi = \dots$
- 41 a)  $V = \frac{A \cdot h}{3}$   $h = \dots$   
 b)  $V = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot h$   $h = \dots$   
 c)  $f = \frac{\omega}{2\pi}$   $\omega = \dots$
- 42 a)  $f = \frac{1}{T}$   $T = \dots$   
 b)  $Pu = \frac{2P}{3}$   $P = \dots$   
 c)  $C = \frac{Q \cdot 10^6}{U}$   $Q = \dots$
- 43 a)  $C = \frac{C_1}{n}$   $n = \dots$   
 b)  $l = \frac{U}{Xc}$   $Xc = \dots$   
 c)  $X_c = \frac{10^6}{\omega \cdot C}$   $C = \dots$
- 44 a)  $l = \frac{Q}{\sqrt{3} \cdot U}$   $U = \dots$   
 b)  $n = \frac{60 \cdot f}{p}$   $p = \dots$   
 c)  $M = 9554 \cdot \frac{P}{n}$   $n = \dots$
- 45 a)  $q_m = \frac{P_2}{g \cdot h \cdot \eta}$   $h = \dots$   
 b)  $t = \frac{F \cdot s}{p}$   $P = \dots$   
 c)  $h = \frac{p}{0,01 \cdot \rho \cdot g}$   $p = \dots$

46 a)  $H_L = \frac{10^6}{1,257} \cdot B_L$   $B_L = \dots$  48 a)  $\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = \frac{P_3}{P_1}$   $P_1 = \dots$   
 b)  $F = G \cdot \frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 \cdot r_4}$   $G = \dots$  b)  $I = \frac{1000 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U}$   $U = \dots$   
 c)  $\gamma = \frac{I}{A \cdot R}$   $R = \dots$  c)  $\frac{736 \cdot P_2}{\eta} = I \cdot U$   $\eta = \dots$

47 a)  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$   $U_1 = \dots$  49 a)  $U_1 - U_2 = 2 \cdot U_v \cdot \cos \varphi$   $U_v = \dots$   
 b)  $\frac{E_2}{E_1} = \frac{a_2}{a_1}$   $E_1 = \dots$  b)  $\sqrt{3} \cdot U_D \cdot \cos \varphi = U_1 - U_2$   $U_1 = \dots$   
 c)  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$   $d_1 = \dots$  c)  $I \cdot b \cdot \frac{h}{2} = V - V_1$   $h = \dots$

50 a)  $S \cdot \cos \varphi = P_2 + P_d$   $P_d = \dots$   
 b)  $P_1 - P_2 = \sqrt{3} \cdot I \cdot U \cdot \cos \varphi$   $P_2 = \dots$   
 c)  $A - I \cdot b = \pi \cdot r_1 \cdot r_2$   $b = \dots$

## 15.7 Rapports

- Quel est le rapport entre la longueur et la largeur des formats VSM: a) A3: 297 × 420 mm; b) A4: 210 × 297 mm; c) A5: 148 × 210 mm; d) A6: 105 × 148 mm? Le côté le plus petit étant pris comme unité.
- Une pièce de 1240 mm est représentée par une longueur de 496 mm. Déterminer l'échelle de réduction.
- Une vis à tête hexagonale a un  $\varnothing$  de 12 mm dont le rapport est de 1 à 1,6 avec l'ouverture de la clé. Quelle est cette dernière?
- Le  $\varnothing$  d de l'arbre de 90 mm est dans le rapport de 3,6:1 avec la largeur de b de la clavette. Quelle est cette dernière?
 
- Quel est le rapport entre la circonférence et le  $\varnothing$  du cercle?
- Quel est le rapport entre la masse volumique du cuivre ( $\rho=8,9$ ) et de l'aluminium ( $\rho=2,7$ ): a) si c'est le cuivre qui est pris comme unité; b) si c'est l'aluminium qui est pris comme unité?

- Dans une fabrique d'appareils électriques on a pu constater que leur masse avait diminué, en moyenne, de 33 à 1 entre les années 1921 et 1951. Quelle était la masse d'un appareil en 1921 qui, en 1951 avait 850 g?
- Le rapport des puissances entre deux corps de chauffe est de 2:3. Le premier corps de chauffe est de 4,8 kW. Quelle est la puissance du second?
- Le disjoncteur d'un moteur peut être réglé de 4 A à 6,4 A. Quel est le rapport entre ces deux grandeurs si l'on prend: a) 4 A comme unité; b) 6,4 A comme unité?
- Les lampes à incandescence ordinaires ont respectivement une puissance de 15, 25, 40, 60, 75 et 100 W. Quels sont les rapports entre ces puissances si l'on choisit la lampe de 15 W comme unité?
- Une lampe fluorescente de 40 W prélève 48 W avec son dispositif d'allumage. Quel est le rapport entre les pertes dans le dispositif d'allumage et la puissance de la lampe?

## 15.8 Proportions

- 1 8 interrupteurs coûtent Fr. 49.60. Quelle est la dépense pour l'achat de 13 interrupteurs?
- 2 Pour Fr. 6000.— j'obtiens un intérêt annuel de Fr. 330.—. Quel serait le rapport annuel pour une somme de Fr. 9600.—?
- 3 500 m de fil de cuivre de 0,17 mm de  $\varnothing$  pèsent 0,101 kg. Quelle est la masse de 320 m dudit fil?
- 4 Une roue de 200 mm de  $\varnothing$  possède une vitesse circonférentielle de 12 m/s. Quelle sera cette vitesse pour une roue de 520 mm de  $\varnothing$ ? Les deux roues ont la même fréquence de rotation.
- 5 Un voltmètre a une élévation de 18 divisions pour 90 V. Quelle est la tension si l'on compte 24,6 divisions?
- 6 Pour fabriquer un cadre en fer profilé on a utilisé 2,6 m de 4,49 kg. Un cadre similaire a une masse de 12,16 kg. Quelle longueur de fer profilé a-t-on utilisé?
- 7 Avec un taux de  $4\frac{1}{2}\%$  sur un certain capital, je reçois annuellement Fr. 990.— Quel est l'intérêt que je pourrais recevoir avec le même capital, mais placé à  $5\frac{1}{4}\%$ ?
- 8 Un employé gagne Fr. 506.— pour 44 h de travail. Quel est son gain pour 92 h?
- 9 L'écriture technique exige 14 mm de hauteur pour les majuscules et 10 mm pour les minuscules. Que devient la hauteur des minuscules si celle des majuscules est de 4 mm?
- 10 L'installation d'éclairage d'une place de sport utilise 135,9 kWh en 4 h et 30 min. Quelle est la consommation pour une durée de 1 h et 20 min?
- 11 Ces deux plaques de tôle ont la même surface. Déterminer la longueur l.
 

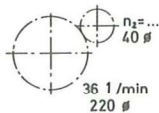
x

x

220x400

x

180 x l
- 12 L'ouvrier A travaille durant 44 h à Fr. 10.50 par h. L'ouvrier B gagne Fr. 12.— par h. Combien de temps doit-il travailler pour avoir un salaire égal à A?
- 13 Une automobile circule durant 4 h et 51 min à la vitesse moyenne de 55 km/h. Quelle devrait être sa vitesse moyenne si, pour le même parcours, le temps était de 3 h et 50'?
- 14 Un capital de Fr. 12 000.— est placé à 6%. Quel est le capital qui rapporte les mêmes intérêts annuels s'il est placé à 5%?
- 15 M. Durand échange un terrain de 18 a à Fr. 80.—/m<sup>2</sup> contre un autre terrain de 60 a. Quel est le prix par m<sup>2</sup> de ce dernier terrain?
- 16 Quelle est la fréquence de rotation  $n_2$  en tr/min?
 

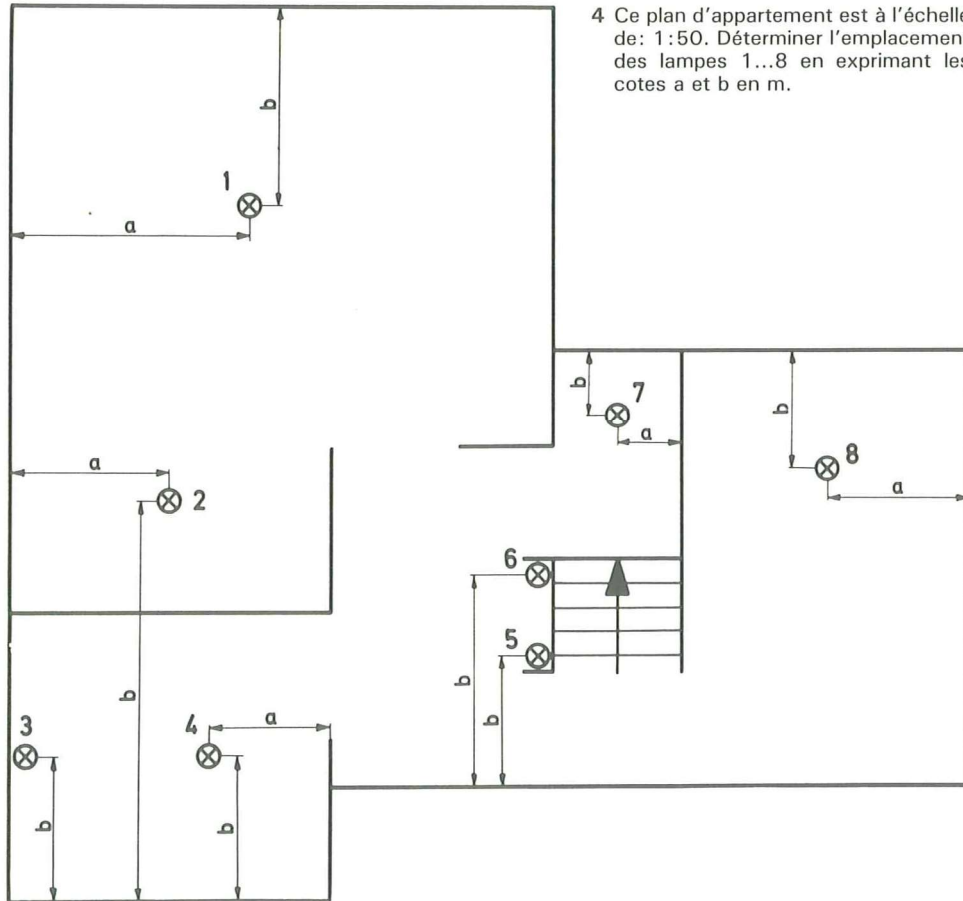


## 15.9 Echelles

- 1 Sur un plan au 1:50 on mesure les distances suivantes: 30 mm; 85 mm; 27 mm; 42 mm et 58 mm. Quelles sont les distances réelles en m?
- 2 Quelles sont les longueurs réelles en mm qui, sur un plan au 1:20, sont de 32 mm, 75 mm, 56 mm, 45 mm, 16 mm et 14,5 mm?

3 Compléter la table ci-dessous.

Mesures réelles en m	Mesures sur des plans au:		
	1:20	1:50	1:100
a) 2,8	... mm	... mm	... mm
b) ...	120 mm	... mm	... mm
c) ...	... cm	28,4 cm	... cm
d) ...	... cm	... mm	23 mm
e) 7,85	... mm	... mm	... cm



4 Ce plan d'appartement est à l'échelle de: 1:50. Déterminer l'emplacement des lampes 1...8 en exprimant les cotes a et b en m.

## 15.10 Pour cent et pour mille

### 15.10.1 Pente et hauteur de chute

- 1 Une route s'élève de 215 m sur une longueur de 2,68 km. Quelle est la pente en % ?
- 2 De combien de m s'élève une route longue de 5,3 km avec une pente de 4,8% ?
- 3 Un tuyau pour le passage de câble s'abaisse de 85 cm de puits en puits, ces derniers étant séparés de 147 m. On demande la pente en: a) pour cent; b) pour mille.
- 4 La conduite forcée d'une usine hydraulique a une longueur horizontale de 650 m et une pente de 80%. Quelle est la hauteur de chute (mesurée verticalement) ?
- 5 Le canal d'aménée d'une usine hydraulique a une longueur de 720 m et une pente de 76‰. Son point le plus bas est à une altitude de 936 m. Quelle est l'altitude du point en amont ?

### 15.10.2 Calculs divers

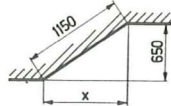
- 1 La puissance de raccordement d'une installation est de 56 kVA. Une mesure donne une puissance momentanée de 25,4 kVA. Calculer le rapport de ces puissances.
- 2 A vide, un moteur triphasé a une fréquence de rotation de 1490 tr/min et de 1430 tr/min en charge. De combien de pour cent la fréquence de rotation a-t-elle diminué?
- 3 Lors d'une succession, l'Etat a prélevé un impôt de 4%. Quel en est le montant s'il s'agit d'un héritage de Fr. 182 000.—?
- 4 Une machine à café, du type 6 T, coûte Fr. 54.50; un autre modèle, du type 12 T, coûte Fr. 74.50. De combien de pour cent:  
a) le modèle 6 T est meilleur marché que le modèle 12 T; b) le modèle 12 T est plus cher que le modèle 6 T?
- 5 Une centrale a produit durant une année, 160 000 MWh qui ont été distribués à trois partenaires: le 54,9% à A; le 36,6% à B et le solde à C. Déterminer la part, en MWh, de chaque partenaire.
- 6 La centrale de Göschenen a produit 240 GWh en hiver et 210 GWh en été. Par rapport à la production totale, quelle est, en pour cent, la production hivernale et la production estivale?
- 7 Des caniveaux pour câble coûtent Fr. 16.50 la paire lors d'une commande de moins de 5 t et Fr. 15.70 la paire pour une commande de plus de 5 t. De combien de pour cent ce dernier prix est-il plus petit que le premier?
- 8 Quel est le déchet en kg d'une masse de 32 kg de fils si ce déchet est de: a) 5%; b) 7%?
- 9 Un moteur électrique a coûté le 1<sup>er</sup> juin, Fr. 436.— soit 3,4% de plus qu'une année auparavant. Quel était le prix initial?
- 10 Le prix d'un chauffe-eau de 50 l a augmenté de Fr. 347.— à Fr. 363.—. Calculer l'augmentation du prix en pour cent.
- 11 1 km de ligne aérienne coûte Fr. 16 000.—; 1 km de ligne correspondante mais souterraine coûte Fr. 110 000.—. a) Par rapport à la ligne aérienne, que coûte, en pour cent, la ligne souterraine en câble? b) De combien de pour cent la ligne souterraine est-elle plus chère que la ligne aérienne?
- 12 La lampe de 25 W coûte, selon le type: Fr. 1.20, normal; Fr. 1.50, boule; Fr. 1.80, bougie. Exprimer ces prix en pour cent si le prix du type normal est admis à 100%.
- 13 Pour une modification d'installation on a prélevé 14,75 kg de fils et l'on en a ramené 3,1 kg ainsi que 0,375 kg de déchets. Par rapport aux fils utilisés quelle est, en pour cent, la part des déchets?
- 14 Une installation électrique a coûté Fr. 2840.—répartis comme suit: 14% de matériel; 36% d'appareils; 48% de main-d'œuvre plus un solde. a) Que représente ce solde en %? b) Déterminer, en Fr., le montant de chaque poste.
- 15 La charge moyenne journalière d'une centrale est de 76 MW. La pointe s'élève à 156 MW et la charge minimale s'abaisse à 12 MW. Calculer: a) la charge minimale, b) la charge maximale en pour cent de la charge moyenne.
- 16 Une commune a une imposition de 125% par rapport à celle de l'Etat, admise comme base à 100%. Cette dernière imposition appliquée à un revenu de Fr. 31 000.—, rapporte 6,8%. Calculer: a) l'impôt prélevé par la commune; b) l'impôt prélevé par l'Etat si son imposition est réellement de 120%; c) les impôts totaux; d) combien de pour cent ces impôts totaux représentent-ils par rapport au revenu de Fr. 31 000.—?
- 17 D'une année à l'autre, le prix de 100 kg de cuivre a passé de Fr. 710.— à Fr. 556.—. Calculer en pour cent: a) l'abaissement du prix; b) le prix inférieur par rapport au prix supérieur.
- 18 Pour 100 kg de différents métaux, les prix sont de: Fr. 265.— pour le cuivre; Fr. 2350.— pour l'étain; Fr. 137.— pour le plomb et Fr. 126.— pour le zinc. Calculer, en pour cent, le prix de ces différents métaux par rapport au cuivre représentant 100%.

### 15.11 Théorème de Pythagore

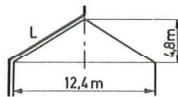
- 1 Le plafond d'une chambre de  $4,2 \times 7,4$  m est traversé, en diagonale, par un tube noyé. a) Calculer la longueur du tube; b) De combien de pour cent la longueur en diagonale est-elle plus courte qu'un tracé rectangulaire le long des parois?



- 2 Une ligne est posée selon ce croquis. Calculer la cote x.

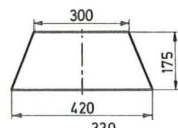


- 3 Déterminer la longueur L de cette conduite de paratonnerre.

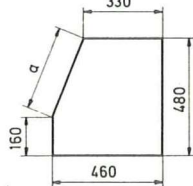


- 4 Quelle est la hauteur que peut atteindre une échelle, longue de 8 m et dont les pieds sont à 3 m d'une paroi verticale?

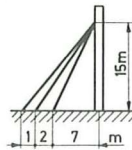
- 5 Un couvercle dont la forme est donnée par ce croquis, doit être entouré d'un cadre en fer profilé. Théoriquement, combien faut-il utiliser de mm dudit fer profilé?



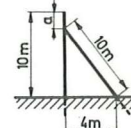
- 6 Quelle est la longueur du côté a de cette plaque de tôle?



- 7 Trois haubans sont fixés à un mât, à une hauteur de 15 m. Ils sont ancrés en terre selon les indications du croquis. Calculer la longueur de ces trois haubans si, pour leur fixation, il faut leur ajouter à chacun, 1,1 m.

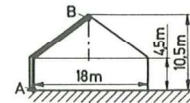


- 8 Calculer la longueur a de ce support de ligne aérienne.



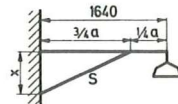
- 9 A l'extrémité d'un axe de 18 mm de  $\varnothing$  on exécute à la fraise une tête carrée. Calculer l'ouverture de la clé à fourche correspondant à cette tête.

- 10 Le croquis représente une halle. Calculer la longueur du câble de fixation de A à B.



- 11 L'ouverture d'une porte est de  $92 \times 205$  cm. Quelle est la largeur maximale de la plaque que l'on pourrait faire passer par cette ouverture?

- 12 Il s'agit d'un support de lampe publique. Calculer la longueur du support S, si:  
a)  $x = 50$  cm;  
b)  $x = 70$  cm.



## 15.12 Trigonométrie

### Recherche des fonctions

1  $\sin x = \dots$ ,  
si  $x =$

- a)  $40^\circ$                       d)  $47^\circ 20'$   
b)  $62^\circ$                         e)  $89^\circ 40'$   
c)  $25^\circ 50'$                   f)  $2^\circ 50'$

2  $\cos x = \dots$ ,  
si  $x =$

- a)  $5^\circ$                             d)  $81^\circ 20'$   
b)  $18^\circ 40'$                   e)  $15^\circ 10'$   
c)  $60^\circ$                         f)  $30^\circ$

3  $\operatorname{tg} x = \dots$ ,  
si  $x =$

- a)  $53^\circ 10'$                       d)  $45^\circ$   
b)  $75^\circ$                          e)  $64^\circ 20'$   
c)  $7^\circ 30'$                       f)  $87^\circ 50'$

4  $\operatorname{ctg} x = \dots$ ,  
si  $x =$

- a)  $12^\circ$                             d)  $54^\circ 30'$   
b)  $32^\circ 50'$                   e)  $66^\circ 10'$   
c)  $45^\circ 40'$                   f)  $18^\circ 20'$

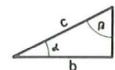
5  $\sin x = \dots$   
 $\cos x = \dots$   
 $\operatorname{tg} x = \dots$   
 $\operatorname{ctg} x = \dots$ ,  
si  $x =$

- a)  $59^\circ 50'$                       d)  $5^\circ 20'$   
b)  $81^\circ 40'$                   e)  $36^\circ 50'$   
c)  $86^\circ 10'$                   f)  $69^\circ 30'$

### Recherche des angles

- 6  $x = \dots$ , si  $\sin x =$
- |           |           |
|-----------|-----------|
| a) 0,3007 | d) 0,9520 |
| b) 0,6293 | e) 0,7642 |
| c) 0,1765 | f) 0,9985 |
- 7  $x = \dots$ , si  $\sin x =$
- |           |           |
|-----------|-----------|
| a) 0,5200 | d) 0,8765 |
| b) 0,3333 | e) 0,2468 |
| c) 0,8728 | f) 0,7070 |
- 8  $x = \dots$ , si  $\cos x =$
- |           |           |
|-----------|-----------|
| a) 0,7862 | d) 0,5100 |
| b) 0,9980 | e) 0,1248 |
| c) 0,8004 | f) 0,6088 |
- 9  $x = \dots$ , si  $\cos x =$
- |           |           |
|-----------|-----------|
| a) 0,8500 | d) 0,4870 |
| b) 0,9753 | e) 0,1352 |
| c) 0,6666 | f) 0,1111 |
- 10  $x = \dots$ , si  $\operatorname{tg} x =$
- |           |           |
|-----------|-----------|
| a) 0,8002 | d) 3,7321 |
| b) 0,5132 | e) 2,0204 |
| c) 0,9271 | f) 1,1708 |
- 11  $x = \dots$ , si  $\operatorname{tg} x =$
- |           |           |
|-----------|-----------|
| a) 0,2000 | d) 9,584  |
| b) 0,5432 | e) 1,1111 |
| c) 0,9864 | f) 3,6000 |
- 12  $x = \dots$ , si  $\operatorname{ctg} x =$
- |           |           |
|-----------|-----------|
| a) 5,7694 | d) 0,2994 |
| b) 0,6009 | e) 0,1228 |
| c) 19,081 | f) 1,1918 |
- 13  $x = \dots$ , si  $\operatorname{ctg} x =$
- |           |           |
|-----------|-----------|
| a) 50,444 | d) 0,0555 |
| b) 8,432  | e) 0,6050 |
| c) 1,32   | f) 0,9123 |

Les problèmes de 14 à 16 sont basés sur le triangle rectangle ci-contre.

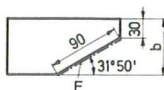


- 14 a)  $c = 71,6 \text{ mm}$ ,  $a = 30 \text{ mm}$ ,  $\alpha = \dots$   
 b)  $c = 120 \text{ mm}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $a = \dots$   
 c)  $a = 82 \text{ mm}$ ,  $\alpha = 51^\circ 20'$ ,  $c = \dots$   
 d)  $b = 12 \text{ m}$ ,  $c = 42 \text{ m}$ ,  $\beta = \dots$   
 e)  $\beta = 72^\circ$ ,  $c = 108 \text{ mm}$ ,  $b = \dots$   
 f)  $b = 78 \text{ cm}$ ,  $\beta = 10^\circ 40'$ ,  $c = \dots$
- 15 a)  $b = 96 \text{ mm}$ ,  $c = 324 \text{ mm}$ ,  $\alpha = \dots$   
 b)  $c = 105 \text{ m}$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $b = \dots$   
 c)  $b = 540 \text{ mm}$ ,  $\alpha = 18^\circ 30'$ ,  $c = \dots$
- 16 a)  $a = 58 \text{ mm}$ ,  $b = 100 \text{ mm}$ ,  $\alpha = \dots$   
 b)  $b = 120 \text{ mm}$ ,  $\alpha = 62^\circ 30'$ ,  $a = \dots$   
 c)  $a = 351 \text{ mm}$ ,  $\alpha = 24^\circ 10'$ ,  $b = \dots$   
 d)  $a = 92 \text{ cm}$ ,  $b = 12 \text{ cm}$ ,  $\beta = \dots$   
 e)  $b = 790 \text{ mm}$ ,  $\beta = 50^\circ$ ,  $a = \dots$   
 f)  $a = 56,2 \text{ mm}$ ,  $\beta = 10^\circ 20'$ ,  $b = \dots$
- 14 d)  $c = 45 \text{ dm}$ ,  $a = 22,5 \text{ dm}$ ,  $\beta = \dots$   
 e)  $\beta = 28^\circ 50'$ ,  $c = 500 \text{ mm}$ ,  $a = \dots$   
 f)  $a = 4 \text{ m}$ ,  $\beta = 70^\circ 20'$ ,  $c = \dots$

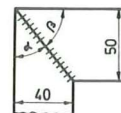
Les problèmes de 17 à 34 doivent être résolus à l'aide de la trigonométrie.

- 17 La conduite forcée d'une usine hydraulique a une longueur de 2,34 km et une hauteur de chute de 780 m. Calculer l'angle de chute.

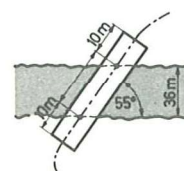
- 18 Une pièce de mécanique doit être usinée sur la surface F selon le croquis. Quelle est la largeur b?



- 19 Deux pièces métalliques sont à souder entre elles. Déterminer les angles  $\alpha$  et  $\beta$ .

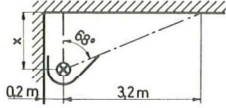


- 20 Un pont traverse un fleuve avec un angle de  $55^\circ$ . Quelle est la longueur du câble à haute tension qui est logé dans la chaussée, au centre du pont?

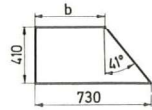


21 Un mur de 32 cm d'épaisseur est percé horizontalement avec un angle de  $58^\circ$ . Quelle est la longueur du trou?

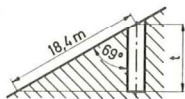
22 La lumière, projetée par ce luminaire à éclairage indirect, doit s'étendre sur le plafond jusqu'à 3,2 m. Quelle doit être la cote  $x$ ?



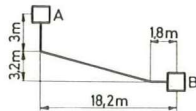
23 Une plaque d'éternit doit être découpée comme l'indique le croquis. Quelle est la longueur  $b$ ?



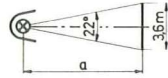
24 Calculer la profondeur  $t$  du trou.



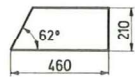
25 Quelle est la longueur de cette ligne entre les deux boîtes de dérivation A et B?



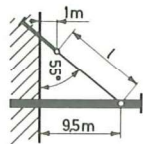
26 A quelle distance  $a$  faut-il placer ce projecteur afin qu'il éclaire un panneau de 3,6 m de hauteur?



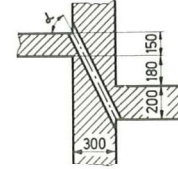
27 Combien de m de fer profilé faut-il pour exécuter ce cadre?



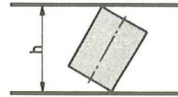
28 Calculer la longueur  $l$  du hauban.



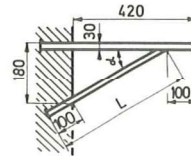
29 Selon les indications du croquis, déterminer: a) l'angle de perçage  $\alpha$ ; b) la longueur du trou percé dans ce mur.



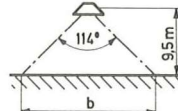
30 Quelle hauteur minimale  $h$  faut-il pour dresser un chauffe-eau de 300 l dont le  $\varnothing$  est de 920 mm et la hauteur de 2100 mm?



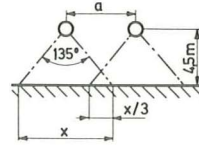
31 De cette console, déterminer: a) la longueur  $l$ ; b) l'angle  $\alpha$ .



32 Sur quelle largeur  $b$  s'étend la lumière de cet éclairage public?



33 Des tubes fluorescents éclairent un atelier à partir de 4,5 m au-dessus du sol. Quelle est la distance  $a$  entre les tubes de façon que leur éclairage se recouvre sur  $\frac{1}{3}$ ?



34 Il s'agit d'un trou borgne exécuté à l'aide d'une mèche hélicoïdale. Calculer: a) la cote  $x$ ; b) le facteur par lequel il faut multiplier le  $\varnothing$  pour obtenir la cote  $x$ ; c) la profondeur  $t$  du trou.



Notes

## 16 Opérations commerciales

### 16.1 Intérêt et dividende

- 1 Quel intérêt annuel obtient-on pour Fr. 7400.— inscrits dans un livret d'épargne et placés à  $4\frac{1}{2}\%$  ?
- 2 M. Dupont possède un livret d'épargne dont le montant, au 1<sup>er</sup> janvier est de Fr. 10 500.—. Le taux est alors de  $4\frac{3}{4}\%$  puis s'élève à  $5\%$  dès le 1<sup>er</sup> mai. Quel est l'intérêt durant cette année ?
- 3 Au 1<sup>er</sup> janvier, le montant inscrit dans un livret d'épargne est de Fr. 2340.—. Le 1<sup>er</sup> mars, 1<sup>er</sup> mai, 1<sup>er</sup> juillet, 1<sup>er</sup> octobre et 1<sup>er</sup> décembre, le propriétaire de ce livret verse chaque fois Fr. 200.—. Quel sera le montant (capital + intérêts) inscrit au 31 décembre si le taux est de  $4\frac{1}{2}\%$  ?
- 4 Le 1<sup>er</sup> janvier, un montant de Fr. 4380.20 figurait sur un carnet d'épargne. Le 15 mars, on verse Fr. 200.— ; le 30 octobre, on prélève Fr. 500.—. a) Quel est l'intérêt annuel avec un taux de  $4\frac{1}{2}\%$  ? b) Quel est le revenu net après la déduction de l'impôt anticipé de  $35\%$  ?
- 5 Une obligation de Fr. 5000.— rapporte: a)  $4\frac{3}{4}\%$  pour une durée de 3 ans; b)  $5\frac{1}{4}\%$  pour une durée de 5 ans. Combien rapporte-t-elle annuellement dans ces deux cas ?
- 6 Une obligation de Fr. 8000.— rapporte  $5\frac{1}{2}\%$  pour une durée de 5 ans. Calculer: a) l'intérêt annuel; b) l'intérêt pour 5 ans avec la déduction de  $35\%$  de l'impôt anticipé.
- 7 Une banque, garantie par l'Etat, offre un taux de  $5\frac{1}{2}\%$  pour une obligation de caisse de Fr. 12 000.— durant 5 ans. Une petite banque, non garantie par l'Etat, offre pour les mêmes conditions, un taux de  $6\frac{1}{4}\%$ . De combien le rapport auprès de la banque sans garantie de l'Etat est-il supérieur en tenant compte de l'impôt anticipé de  $35\%$  ?
- 8 Une société d'installations électriques a été fondée avec un capital-actions de Fr. 1 200 000.—. Le bénéfice s'est élevé à  $8\frac{1}{2}\%$  du capital-actions. Déterminer: a) ce bénéfice; b) le dividende par action de Fr. 500.—
- 9 Le capital-actions d'une compagnie de chemins de fer de montagne est de 2,8 millions de fr. A la fin d'une année, Fr. 126 000 sont mis à la disposition des actionnaires. Quel est le taux, en %, du dividende reçu par rapport au montant nominal d'une action de Fr. 200.— ?
- 10 A la fin d'une année d'activité, une société d'électricité distribue un dividende de  $8\%$  par rapport à l'action nominale de Fr. 100.—. On en compte 5600 à Fr. 100.—; 1740 à Fr. 500.— et 370 à Fr. 1000.—. Calculer: a) le dividende total versé par groupe d'actions; b) le dividende par action de chaque groupe.
- 11 Une maison familiale de 4 appartements coûte à la construction Fr. 620 000.—. Les locations rapportent annuellement Fr. 43 400.—. Quel est le taux du capital investi ?
- 12 Une maison a un rapport annuel net de Fr. 12 440.—. Elle pourrait être vendue au prix de Fr. 212 000.—. Cette vente est-elle à conseiller si son produit peut être placé à  $4\frac{3}{4}\%$  ?
- 13 Dans une maison locative les loyers mensuels sont de: Fr. 480.— pour deux appartements; Fr. 540.— pour deux appartements; Fr. 620.— pour deux appartements et Fr. 760.— pour un appartement en attique. Pour les réparations et l'entretien on dépense annuellement Fr. 8700.—. Quel devrait être le coût maximum de la maison avec un taux d'intérêts de  $6\%$  ?
- 14 Un vieil appartement a été loué Fr. 3240.— par année. Au cours des années de renchérissement, on a permis d'augmenter successivement les loyers de a)  $5\%$ ; b)  $15\%$ ; c)  $8\%$  (chaque fois par rapport au loyer précédent). Quels sont les loyers annuels et mensuels après chaque augmentation ?
- 15 Un prêt de Fr. 4300.—, d'une durée de  $2\frac{1}{2}$  années, rapporte un intérêt au taux de  $6\frac{1}{2}\%$ . Quel est l'intérêt: a) annuel; b) pour la durée contractuelle ?
- 16 Un prêt de Fr. 6440.—, à partir du 1<sup>er</sup> avril doit être honoré d'un intérêt au taux de  $6\frac{1}{2}\%$ . Le 1<sup>er</sup> août de la même année, un nouveau prêt de Fr. 3860.— est octroyé. Le 1<sup>er</sup> avril de l'année suivante un commandement de payer de Fr. 598.90 est adressé, concernant les deux prêts durant une année. A quel taux le deuxième prêt a-t-il été accordé ?
- 17 Une personne reçoit un prêt de Fr. 2400.— qui doit être rendu après  $1\frac{1}{2}$  année, avec les intérêts, pour un montant total de 2842.80. A quel taux ce prêt a-t-il été octroyé ?

- 18 Pour permettre le développement d'un atelier, une banque prête, dès le 1<sup>er</sup> mars, une somme de Fr. 12 000.— à 5½ %. L'emprunteur s'engage à rembourser Fr. 5000.— avec les intérêts après chaque année et le solde dû à la fin de la 3<sup>e</sup> année. Quel est le montant des trois annuités?
- 19 Une hypothèque en 1<sup>er</sup> rang de Fr. 45 000.— à 5½ % et une hypothèque en 2<sup>e</sup> rang de Fr. 28 000.— à 6¼ % grèvent un immeuble. Quels sont les intérêts à payer?
- 20 Une entreprise offre à ses employés des prêts hypothécaires avantageux à 4% alors que le taux bancaire est de 5¼ %. Pour une hypothèque de Fr. 60 000.—. On demande:  
a) quel est l'intérêt à payer par rapport aux deux taux? b) quelle est l'économie mensuelle réalisée en empruntant à 4%?
- 21 Lors de l'achat d'une maison un père de famille a versé Fr. 46 000.— qu'il avait épargnés. En outre, il a grevé sa maison d'une hypothèque en 1<sup>er</sup> rang de Fr. 80 000.— à 6% et d'une hypothèque en 2<sup>e</sup> rang de Fr. 56 000.— à 6½ %. a) Calculer les intérêts bancaires annuels pour les deux hypothèques; b) la 2<sup>e</sup> hypothèque est amortie chaque année de Fr. 8000.—; calculer les intérêts annuels totaux qui sont dus durant les années nécessaires au remboursement de l'hypothèque en 2<sup>e</sup> rang.
- 22 Deux hypothèques, l'une de Fr. 312 500.— et l'autre de Fr. 350 000.— donnent les mêmes intérêts annuels. La première est placée au taux de 7%. A quel taux est placée la deuxième hypothèque?

## 16.2 Escompte

- 1 Sur une facture de Fr. 14 200.— on peut lire: 3% à 30 j. Que faut-il payer si la facture est réglée au cours du mois?
- 2 En tenant compte d'un escompte de 2% une facture a été réglée par Fr. 1425.90. Quel était le montant de cette facture?
- 3 Pour une facture de Fr. 4580.—, on a versé au compte des chèques postaux du créancier, la somme de Fr. 4488.40. Quel a été l'escompte a) en francs; b) en pour cent?
- 4 Pour l'achat d'un moteur à 8 pôles, 2 kW, un électricien a payé Fr. 641.90 après déduction d'un escompte de 2%. Quel était le montant de la facture?
- 5 Une facture s'élève à Fr. 4850.—. L'escompte est de 3% à 10 jours et de 2% à 30 jours. Combien doit-on payer: a) après 8 jours; b) après 20 jours; c) après 38 jours?
- 6 Pour un appareil de soudure à tension réduite on a besoin de:  
1 support Fr. 21.—  
1 lame à souder de rechange Fr. 5.80  
1 transformateur 25 VA, 220/6V Fr. 35.—  
Quel est le montant du paiement avec un escompte: a) de 2%; b) de 3%; c) ... sans escompte?
- 7 Un homme d'affaires paie les factures suivantes: Fr. 345.60; Fr. 4568.50 et Fr. 768.70. Pour autant qu'il les règle dans les 10 jours, il peut déduire le 2% sur chacune d'elles; dans ce cas: a) quel est le montant payé pour chaque facture; b) quelle est l'économie ainsi réalisée?
- 8 Pour deux installations exécutées proches l'une de l'autre, un électricien établit le 18 août, une première facture de Fr. 6857.40 et le 2 septembre, une deuxième facture de Fr. 4536.20. Les deux factures bénéficient d'un escompte de 2% à 10 jours. Les deux factures sont payées le 10 septembre; quel en est le montant total?
- 9 Une administration accorde un escompte de 1,5% pour les impôts annuels payés globalement. a) Quel est l'escompte pour un impôt s'élevant à Fr. 6720.—? b) Comparer le montant de l'escompte à l'opération qui consiste à payer l'impôt en trois acomptes de Fr. 2240.—; le premier au reçu du bordereau d'impôt; le second après 3 mois et le troisième après 6 mois tout en prélevant l'argent sur des avoirs en banque, placés à 4¼ %.
- 10 L'escompte de 2% octroyé sur une facture qui a été payée dans les 30 jours, s'est élevé à Fr. 52.40. Quel était le montant brut de la facture?
- 11 Lors de l'achat d'une auto, une voiture d'occasion est acceptée comme acompte pour un montant de Fr. 4500.—. Pour le solde de Fr. 14 600.— un escompte de 2% est accordé en cas de paiement comptant. Quel montant le client doit-il payer pour cette nouvelle auto?
- 12 Un fournisseur n'octroie pas un escompte de 2% sur tous ses articles. C'est ainsi que sur une facture de Fr. 3785.50, Fr. 1735.50 sont exclus de l'escompte. Quel est ainsi le montant net payé par le client?

### 16.3 Rabais, prix brut, prix net

- 1 Un appareil électrique coûte Fr. 110.— au prix brut et Fr. 70.30 au prix net. Calculer le rabais: a) en francs; b) en pour cent.
- 2 Une machine à laver le linge est livrée à un magasin au prix brut de Fr. 948.— et avec un rabais de 23%. Calculer le prix net.
- 3 Je paie Fr. 79.90 pour un ventilateur de table qui a bénéficié d'un rabais de 15%. Calculer le prix brut.
- 4 Une armoire frigorifique est livrée par un grossiste à un électricien aux prix suivants: brut, Fr. 588.—; net Fr. 452. Calculer le rabais octroyé.
- 5 Un moteur à courant continu coûte Fr. 172.— avec un rabais consenti de 24%. L'appareillage spécial consacré à ce moteur coûte net Fr. 325.—. Quel est le montant total de la livraison?
- 6 Un interrupteur est payé net Fr. 5.80. Calculer son prix brut si le rabais a été de 45%.
- 7 Un électricien achète à un fabricant un interrupteur au prix net de Fr. 120.—. A ce montant, il ajoute le 32% pour définir son prix de vente. Quel est son bénéfice: a) en francs; b) en pour cent par rapport au prix de vente?
- 8 Un radiateur à ondes ultra-violettes et infrarouges coûte au prix brut Fr. 199.— et 149.50 au prix net. On achète 6 appareils car le rabais de quantité est de 3% sur le prix net. Combien faut-il payer net pour ces 6 appareils?
- 9 Un électricien achète 80 lampes à incandescence de 75 W au prix brut de Fr. 1.50 pièce mais avec un rabais de 35%. Combien doit-il payer pour cet achat?
- 10 Un grossiste offre des piles de 1,5 V au prix brut de Fr. 1.45 la pièce. Par contre, présentées comme suit, les prix sont pour: a) une boîte de 2 piles à 90 ct. par pièce; b) une boîte de 96 piles à 75 ct. par pièce; c) une boîte de 576 piles à 71 ct. par pièce; d) une boîte de 1152 piles à 68 ct. par pièce. Calculer pour chaque sorte de boîte le rabais consenti en %.
- 11 20 disjoncteurs de lignes 16 A, 1 P+N+T coûtent Fr. 18.80 par pièce au prix brut. Le rabais est de 30% et celui de quantité de 5% sur le prix net. Combien faut-il payer pour l'achat de ces appareils?
- 12 Une facture de matériel électrique se présente comme suit:

15 prises de courant	
apparentes	à Fr. 7.20
6 prises de courant noyées	à Fr. 8.10
4 boîtes de dérivations	
4 × 2,5 mm <sup>2</sup>	à Fr. 5.60
2 coupe-circuits	à Fr. 11.50

Rabais de grossiste 15%; escompte à 30 j: 2%. Quel est le montant net de la facture?
- 13 Un réfrigérateur est offert par le magasin A au prix de Fr. 416.— sur lequel il est consenti un rabais de 12% et un escompte de 2%. Ce même réfrigérateur est offert par le magasin B au prix net de Fr. 365.—. Lequel des deux magasins présente l'offre la plus avantageuse?
- 14 Un magasin d'outillage vend à un électricien une perceuse à percussion au prix de Fr. 444.45. Le rabais s'est élevé à Fr. 97.55. a) Que coûte cette machine à un bricoleur qui ne peut profiter d'un rabais? b) Quel est le rabais, en pour cent octroyé par le magasin?

## 16.4 Impôt sur le chiffre d'affaires (ICHA)

*Cet impôt varie de 4,2 à 8,4% suivant les articles et leur branche. Pour le matériel électrique cet impôt s'élève, en règle générale, à 5,6%.*

- 1 Calculer le montant de l'ICHA de 5,6% et concernant les prix suivants d'appareils électriques: a) Fr. 14.80; b) Fr. 174.—; c) Fr. 213.50; d) Fr. 1080.70.
- 2 Un électricien achète pour équiper son atelier, un moteur à 4 pôles, 2 kW pour le prix de Fr. 310.— et 5,6% d'ICHA. Quelle somme a-t-il déboursé?
- 3 La facture d'une entreprise d'électricité s'élève à Fr. 875.30 y compris l'ICHA au taux de 4,2%. Quel est le montant de la facture proprement dit?
- 4 Pour une armature à 2 lampes fluorescentes à immerger, on a payé Fr. 525.90 y compris 5,6% d'ICHA. Calculer: a) l'ICHA en francs; b) le prix sans l'ICHA.
- 5 Que coûtent 4 disjoncteurs de ligne 1 P+N+T, 10 A si le prix net par appareil est de 13.20+6% d'ICHA?
- 6 Pour un voltmètre on a payé Fr. 190.80 y compris 6% d'ICHA. Quel est le montant de ce dernier?
- 7 Un éleveur achète: 5 lampes à infra-rouge 220 V, 250 W, E 27 à Fr. 21.— brut et 5 grilles protectrices à Fr. 48.— brut (y compris 5,6% d'ICHA). Calculer le montant total de cet impôt.
- 8 Un grossiste vend à un commerce d'électricité des articles pour un montant total de Fr. 2468.50. dont Fr. 1816.40 sont imposés par l'ICHA de 5,4% et pour le solde à 4,6%. a) Quel est le montant total de l'ICHA; b) Quel est, en %, le taux moyen de cet impôt?
- 9 Le prix de vente des appareils est de: Fr. 69.— pour un grille-pain; Fr. 243.— pour un lampadaire; Fr. 187.— pour un four. L'ICHA sur tous ces appareils est de 5,6%. a) Quel est le montant de l'ICHA pour chaque appareil? b) Quel est le montant total de cet impôt?
- 10 Une entreprise achète, au prix net, pour son propre besoin:

50 fusibles à cartouches	
250 V/10 A	Fr. 34.—/100 pièces
100 fusibles à cartouches	
500 V/15 A	Fr. 38.—/100 pièces
200 fusibles à cartouches	
500 V/25 A	Fr. 41.—/100 pièces
25 fusibles à cartouches	
500 V/40 A	Fr. 87.—/100 pièces

Quel est le prix total de tous ces fusibles s'il faut y ajouter l'ICHA de 5,6%?
- 11 Une facture pour l'exécution d'une installation électrique s'élève à Fr. 3425.60 y compris Fr. 874.10 de salaire. Pour le solde, il faut ajouter l'ICHA de 5,6%. a) Quel est le montant brut de la facture? b) Si la facture est payée à 10 jours, un escompte de 2% peut être déduit du montant brut de la facture; quel est alors le montant net de la facture?
- 12 Un grossiste établit une facture pour une livraison de matériel s'élevant à Fr. 5893.80 y compris l'ICHA au taux de 5,6%. Plusieurs articles, ne convenant pas et d'un montant de Fr. 320.50, sont retournés au grossiste. Quel est le montant de l'ICHA qu'il faut encore payer?
- 13 La facture pour l'exécution d'une installation électrique se répartit comme suit: matériel, Fr. 1652.40; perçage et tamponnage, Fr. 410.50; salaire Fr. 1210.60. L'ICHA de 5,6% s'applique au matériel. Sur le montant brut de la facture on peut déduire un rabais de 5% et un escompte de 2% la facture étant payée dans les 10 jours. Quel est en définitive, le montant à régler?
- 14 L'ICHA au taux de 5,6% est compris dans la facture d'un grossiste qui a livré des lampes à incandescence pour un montant de Fr. 327.10. La livraison comprend 80 lampes de 60 W au prix de Fr. 1.95/pièce et pour le solde des lampes de 100 W au prix de Fr. 2.05/pièce. Combien de lampes de 100 W ont-elles été livrées?



## 16.5 Renchérissement

- 1 Un coffret de dérivations coûte, d'après un catalogue, Fr. 1420.— + 7% de majoration. Quel est son prix?
- 2 Selon les données d'un catalogue, un voltmètre du type DE 512 coûte Fr. 78.20. Un client qui achète 5 voltmètres de ce type, paie en tout Fr. 410.55. Déterminer: a) le prix réel par appareil; b) le renchérissement en %.
- 3 Un électricien achète à une fabrique le matériel suivant et dont le renchérissement de 6% n'est pas compris:

100	coupe-circuits,	250 V, 15 A	Fr. 675.—/100 pces
50	coupe-circuits,	500 V, 25 A	Fr. 2330.—/100 pces
100	têtes de fusibles,	250 V, 15 A	Fr. 55.—/100 pces
150	têtes de fusibles,	500 V, 25 A	Fr. 72.—/100 pces
100	bagues de calibrage,	250 V, 10 A	Fr. 12.—/100 pces
150	vis de calibrage,	500 V, 25 A	Fr. 31.—/100 pces

Quel est le montant total de la facture en tenant compte de la majoration?
- 4 Une offre pour une installation électrique s'élève à Fr. 2540.50 + 6% de majoration sur le matériel dont la valeur est de Fr. 1867.40. Quel est le montant effectif de cette offre?
- 5 En compensation d'une commande exécutée tout de suite on consent à renoncer au renchérissement de 6% d'une offre de Fr. 7834.80. Par contre, si la commande tarde, le taux de renchérissement est appliqué et s'élève à 11%. Déterminer, en francs, le montant de ces majorations.
- 6 Le 1<sup>er</sup> octobre le conjoncteur-disjoncteur d'un moteur coûte Fr. 128.50 y compris le renchérissement. Une année auparavant, ce même appareil coûtait Fr. 107.50. Quel a été le renchérissement durant cette année: a) en francs; b) en pour cent?
- 7 Un fournisseur facture les articles suivants:

20	interrupteurs sch O noyé à	Fr. 8.20 + 5% de majoration
20	interrupteurs sch III noyé à	Fr. 9.60 + 5% de majoration
40	boîtes de dérivations à encastrer à	Fr. 2.10 + 8% de majoration
40	couvercles blancs pour dites à	Fr. 1.70 + 10% de majoration

Calculer le montant total de la facture.
- 8 Pour une installation on a facturé: Fr. 8.40 + 6% de majoration pour du fil; Fr. 124.— + 8% de renchérissement pour du matériel et Fr. 172.— pour la main-d'œuvre. Etablir le montant de cette facture.
- 9 Lors de sa première édition, un livre d'électricité coûte Fr. 18.70; une année après, il coûte Fr. 21.50; une année plus tard encore, à l'occasion d'une deuxième édition, son prix s'élève à Fr. 26.40. Calculer: a) le renchérissement en pour cent pour chaque année; b) le renchérissement total.

## 16.6 Gain et perte

- 1 Le prix de revient d'une installation électrique s'élève à Fr. 24 100.—. Déterminer le prix demandé si l'on compte un supplément pour risques et bénéfice de 10%.
- 2 Une installation électrique a été facturée Fr. 16 420.— alors que son prix de revient s'est élevé à Fr. 14 900.—. Quel est le bénéfice: a) en francs; b) en pour cent?
- 3 Un électricien reçoit Fr. 9464.— d'un client tombé en faillite alors que la somme due était de Fr. 18 200.—. a) Quel est, en pour cent, la perte subie par l'électricien; b) Quel est, en pour cent, la diminution de la dette du failli?
- 4 Un entrepreneur établit un prix de revient de Fr. 45 750.—. a) Quel est le montant de la facture si le bénéfice et le risque, en supplément, est de 12%? b) Une vérification du prix de revient donne, comme résultat, Fr. 46 800.—. Quel a été, en pour cent, le bénéfice réellement réalisé?
- 5 Le prix de revient d'un appareil électrique s'élève à Fr. 56.20. Le prix de vente est de Fr. 70.25. Quel est, en pour cent, le bénéfice réalisé?
- 6 Dans le magasin d'un électricien on offre 3 luminaires soldés au prix total de Fr. 338.40. Quatre ans auparavant, ils étaient offerts à Fr. 156.— pièce. Quelle est la perte: a) en francs; b) en pour cent?
- 7 Une cuisinière électrique dont le prix normal est de Fr. 864.50 doit être vendue à Fr. 784.— à cause d'une ébréchure d'email. Quel est le manque à gagner, en pour cent?

- 8 Le prix de revient d'un cordon prolongateur est de Fr. 32.60. Au magasin, il est vendu au prix de Fr. 35.20. Quel est le bénéfice: a) en francs; b) en pour cent?
- 9 Calculer les sommes qui sont récupérées lors d'une faillite, pour les quatre cas suivants:
- |                |          |        |          |
|----------------|----------|--------|----------|
| a)             | b)       | c)     | d)       |
| Créances, Fr.: |          |        |          |
| 568.—          | 11 396.— | 359.50 | 23 915.— |
| Perte en %:    |          |        |          |
| 35%            | 56%      | 25%    | 48%      |
- 10 Un électricien a exécuté pour un client une installation au montant de Fr. 1865.50. Pour cette facture impayée durant 1¼ année vient s'ajouter un intérêt au taux de 4½ % et des frais pour Fr. 16.80. Le client en faillite ne peut payer que le 42,5% de ce qu'il doit à l'électricien. Quel est le montant de la somme récupérée?
- 11 Dans le montant d'une facture de Fr. 2568.50 est compris un taux bénéficiaire de 8%. A la suite d'un contrôle du distributeur d'électricité, cette facture a été réduite de Fr. 98.60. Quel est encore le bénéfice réalisé: a) en francs; b) en pour cent?
- 12 Le devis d'une installation s'élève à Fr. 7854.—. Après l'exécution de cette installation la facture s'est établie à Fr. 8132.—, y compris Fr. 513.— pour des travaux supplémentaires. De combien de francs l'installation réellement exécutée a-t-elle été plus avantageuse que le devis?

## 16.7 Frais généraux

- 1 Le coût du matériel et de la main-d'œuvre concernant un appareil électrique, s'élève à Fr. 8.52. Déterminer le prix de revient si pour les frais généraux on compte 220% de majoration.
- 2 Un patron établit les frais généraux suivants par rapport aux salaires.
- |                 |             |                      |        |
|-----------------|-------------|----------------------|--------|
| Frais généraux: |             | Salaires productifs: |        |
| a)              | Fr. 56.70   | Fr.                  | 63.—   |
| b)              | Fr. 218.50  | Fr.                  | 346.20 |
| c)              | Fr. 7609.50 | Fr.                  | 8550.— |
- Quel est, en pour cent, la part des frais généraux par rapport aux salaires?
- 3 Le prix de revient d'un contacteur est de Fr. 145.35. Déterminer: a) les frais généraux, en francs, s'ils représentent les 242% du montant des salaires et du matériel; b) le montant des salaires et du matériel.
- 4 Une installation électrique a provoqué les dépenses suivantes: Fr. 2260.— pour le matériel et Fr. 3410.— pour les salaires. Calculer le prix de revient si l'on prévoit 56% du montant du matériel et des salaires pour les frais généraux.
- 5 Pour l'exécution d'une installation électrique on a dépensé: Fr. 2397.50 pour le matériel, Fr. 3602.50 pour les salaires et Fr. 3180.— pour les frais généraux. Déterminer: a) le prix de revient; b) la part, en pour cent, de chacune des dépenses ci-dessus, par rapport au prix de revient; c) la part, en pour cent, des frais généraux par rapport aux dépenses consacrées aux salaires et au matériel.
- 6 Quels sont les frais généraux pour un magasin d'électricité pour une année si les dépenses se présentent comme suit:
- |  |              |
|--|--------------|
| Location du magasin, de l'atelier et du garage   | Fr. 13 320.— |
| Chauffage  | Fr. 1 440.—  |
| Energie: électricité et gaz                      | Fr. 1 560.80 |
| Eau  | Fr. 486.—    |
| Assurances                                       | Fr. 2 568.70 |
| Réparations et entretien                         | Fr. 1 395.—  |
| Réclame: annonces, vitrine d'exposition, etc.    | Fr. 3 559.50 |
| Dépenses pour le bureau: papiers, rapports, etc. | Fr. 6 845.—  |
| Salaires du comptable (4 jours par mois)         | Fr. 5 760.—  |
| Ports, téléphone, débours                        | Fr. 3 846.—  |
| AVS, AI, AC                                      | Fr. 6 748.—  |
| Amortissements: installations et véhicules       | Fr. 10 750.— |
| Intérêts des capitaux empruntés                  | Fr. 16 580.— |
| Salaires: patron, apprenti, vendeuses            | Fr. 47 980.— |
- 7 A quel prix peut-on facturer 4 tableaux de coupe-circuits dont le prix de revient de chacun d'eux s'est élevé à Fr. 68.70 et en comptant une majoration de 185% pour les frais généraux?

- 8 Le montant de la facture concernant une installation électrique, se compose des postes suivants: matériel: Fr. 829.40; salaires: Fr. 1456.60; frais généraux: Fr. 1538.20; bénéfice et risques: Fr. 856.—. Calculer: a) le prix de revient; b) la part, en pour cent, des frais généraux par rapport au prix de revient; c) le bénéfice, en pour cent du prix de revient.
- 9 La maison A vend un appareil Fr. 152.40. Le même appareil est vendu par la maison B au prix de Fr. 143.80. A l'achat, les deux maisons paient le même prix, soit Fr. 63.50. Dans les prix de vente l'ICHA de 5,6% est compris. Quel est, dans les deux cas, le montant de l'augmentation pour les frais généraux et pour le bénéfice: a) en francs; b) en pour cent?

## **16.8 Calcul du prix des installations électriques**

Ce calcul peut se faire selon deux méthodes: a) en régie; b) au mètre dit aussi: rendu posé.

Dans ces deux cas, les prix unitaires indiqués comprennent les frais généraux, le bénéfice et les risques. Pour établir la facture adressée au client, il suffit de multiplier chaque nombre d'objets par le prix unitaire et faire l'addition de tous les postes.

En régie, la main-d'œuvre et le matériel sont relevés et calculés séparément.

Au mètre, on ne mentionne pas la main-d'œuvre car elle est comprise dans le prix du matériel.

1 Le montage d'un luminaire sur un plafond de béton coûte, rendu posé, Fr. 29.85 avec, en plus, la fourniture d'une lampe à incandescence de 40 W, à Fr. 1.10. Quelle est la dépense totale?

2 Une installation exige les heures de travail suivantes:

Personnel	Nombre d'heures	Salaire à l'heure
Chef-monteur	2¼	Fr. 34.—
Contremaître	15	Fr. 27.50
Monteur	18	Fr. 24.20
Apprenti A	20	Fr. 9.60
Apprenti B	7½	Fr. 12.60

Quelle est le montant des salaires facturés?

3 Déterminer le coût du travail pour le raccordement des appareils suivants:

2 Interrupteurs, sch 3, encastrés	à Fr. 9.50/pièce
1 Interrupteur, sch 6, encastré	à Fr. 12.65/pièce
1 Prise de courant, type 12, encastrée	à Fr. 9.50/pièce
1 Boîte à bornes, 3 × 1,5 mm <sup>2</sup> , encastrée	à Fr. 8.20/pièce

4 Déterminer le montant des trois postes suivants:

Postes	Dimensions	Prix unitaires en Fr.
a) Tube isolant armé 11 mm, T 3 × 1,5 mm <sup>2</sup> (en montage apparent sur briques)	8,2 m	19.70
Raccordements en 4 × 1,5 mm <sup>2</sup>	2 m	13.30
b) Tube plastique rigide 21 mm, T 5 × 6 mm <sup>2</sup> (en montage noyé sans gainage)	7,8 m	23.40
Tube plastique rigide 21 mm T 5 × 6 mm <sup>2</sup> (en montage noyé avec gainage)	2,4 m	35.80
c) Câble TT 4 × 2,5 mm <sup>2</sup> (en montage apparent sur béton)	11,5 m	21.75
Un raccordement de moteur		16.65
Un raccordement à une boîte de 4 × 2,5 mm <sup>2</sup>		11.10

5 La livraison, le montage et le raccordement de trois luminaires ont été l'objet du relevé suivant:

Postes	Nombre	Prix unitaires en Fr.
Main-d'œuvre	1¼ h	24.40
Lampes à incandescence de 75 W	3	1.50
Plafonnier	1	36.—
Plafonnier	1	32.—
Globe en verre	1	29.—

Déterminer le montant: a) de la main-d'œuvre; b) du matériel; c) du total.

6 Le salaire brut d'un monteur est de Fr. 11.35 à l'heure, montant dans lequel est compris le 13<sup>e</sup> mois ou une gratification. Mais pour un travail exécuté en régie le prix de l'heure demandé au client s'établit comme suit:

Salaire du monteur, à l'heure	Fr. 11.35
+ environ 34% de charges sociales	Fr.
	Fr.
+ 42% de frais généraux	Fr.
	Fr.
+ 10% pour bénéfice et risques	Fr.
	Fr.
+ 3% d'ICHA	Fr.
Montant de l'heure de travail à facturer	Fr.

Déterminer: a) le montant de l'heure de travail, en régie, à facturer au client. b) Le facteur par lequel il faut multiplier l'heure payée au monteur pour obtenir directement l'heure à facturer au client, au centime près.

7 Une modification d'installation a demandé les heures de travail suivantes:

Monteur A:	12½ h	à Fr. 11.30/h
Monteur B:	16 h	à Fr. 10.50/h
Apprenti:	8½ h	à Fr. 2.— /h

Calculer le salaire: a) du monteur A; b) du monteur B; c) de l'apprenti; d) total.

8 Calculer le prix de l'installation d'une prise pour réfrigérateur selon les données suivantes:

Postes	Nombres	Prix unitaires en Fr.
Tirage de fil T 3 × 1,5 mm <sup>2</sup> dans tube existant	1,3 m	8.60
Raccordement à une boîte 3 × 1,5 mm <sup>2</sup>	1	6,15
Tube isolant armé 11 mm, T 3 × 1,5 mm <sup>2</sup> en montage apparent sur briques	2,8 m	19.70
Prise, type 13, en montage apparent, raccordée	1	20.—
Démontage de l'ancienne ligne	¼ h	24.40

9 Calculer le prix de l'installation téléphonique selon les données suivantes:

Postes	Nombres	Prix unitaires en Fr.
Fil I 51, 1 × 2 tiré dans tube existant	25	1,70
Raccordement I 51, 1 × 2	1	5.—
Conjoncteurs 4p, en montage noyé	2	20.—
Station de table	1	30.75

10 Un travail, exécuté en régie, consiste à installer un coupe-circuit de cuisinière. On a relevé les postes suivants:

1 coupe-circuit, Gr. II, 25 A, 3 P+N, au complet	Fr. 43.05
1 plaque d'éternit émaillée 8 mm; 30 × 25 cm	Fr. 18.30
2 vis de fixation M 4 × 30	Fr. —.20/pièce
4 entretoises en porcelaine, 70 mm	Fr. —.70/pièce
4 vis à bois nickelées 100 mm, avec rondelles	Fr. —.90/pièce
3 h ½ de travail	Fr. 28.— /h

Calculer le montant de la facture adressée au client.

11 Un travail exécuté au mètre, consiste à installer un luminaire, un interrupteur, une prise de courant avec un raccordement à une boîte existante, le tout sur du bois.

Postes	Nombres	Prix unitaires en Fr.
Luminaire, rendu posé	1	48.60
Interrupteur à bascule, sch. 0	1	15.—
Prise de courant, type 12	1	15.40
Tube isolant armé, 11 mm; T 2 × 1,5 mm <sup>2</sup>	2,4 m	10.30
Tube isolant armé, 11 mm; T 3 × 1,5 mm <sup>2</sup>	3,2 m	12.10
Raccordement à la boîte à bornes 2 × 1,5 mm <sup>2</sup>	1	4,10

Déterminer le montant de la facture adressée au client.

12 Une installation, exécutée en régie, a fait l'objet du relevé suivant:

Postes	Nombres	Prix unitaires en Fr.
Fil I 51, 1 × 2, tiré dans tube existant	25 m	— .35
Prises	2	13.20
Lampes à incandescence, 75 W	2	1.50
Plafonnier	1	36.—
Plafonnier	1	32.—
Diffuseur	1	29.—
Petit matériel		4.90
Main-d'œuvre:		
Chef-monteur	¼ h	34.—
Monteur	3½ h	27.—
Apprenti	1¼ h	8.60

Déterminer le montant: a) du matériel; b) des salaires; c) total.

13 L'installation d'une sonnerie a exigé:

Postes	Nombres	Prix unitaires en Fr.	
		au mètre	en régie
Transformateur 220/10 V, 15 VA	1	37.60	21.20
Poussoir encastré dans mur de briques	1	33.75	10.75
Gong, 10 V, fixé sur mur de briques	1	29.80	20.85
Tube isolant armé 9 mm; I 51, 1 × 2 en montage noyé dans mur de briques	9,8 m	13.45	— .95
Boîte de dérivations en montage noyé dans mur de briques	1	29.90	7.10
Petit matériel			4.50
Main-d'œuvre:			
Monteur	5 h		23.80
Apprenti	7¼		9.20

Déterminer le prix de cette installation: a) au mètre; b) en régie.

14 Calculer le prix au mètre de cette installation d'éclairage dont le relevé se présente comme suit:

Postes	Nombres	Prix unitaires en Fr.
Câble TT 2 × 1,5 mm <sup>2</sup> , montage apparent sur bois	9,8 m	8.10
Câble TT 2 × 1,5 mm <sup>2</sup> , dans tube existant	3,3 m	6.90
Raccordements	2	5.65
Tube armé, 11 mm; montage apparent sur bois	1,8 m	13.30
Interrupteur, sch. 0; montage apparent	1	21.50
Coupe-circuit 1 P + N, complet	1	35.—
Percement de mur de 30 cm	1	32.80
Luminaire; montage sur bois	1	15.—
Luminaire; montage sur bois	1	16.—
Lampe à incandescence, 100 W	1	1.80
Lampe à incandescence, 60 W	1	1.30
Petit matériel		11.75

15 L'installation relevée au problème N° 14, ci-dessus, est maintenant exécutée en régie.

Postes	Nombres	Prix unitaires en Fr.
Câble TT 2 × 1,5 mm <sup>2</sup> , montage apparent sur bois	9,8 m	1.10
Câble TT 2 × 1,5 mm <sup>2</sup> , dans tube existant	3,3 m	— .90
Tube armé, 11 mm; montage apparent sur bois	1,8 m	4.20

Interrupteur, sch. 0; montage apparent	1	10.20
Coupe-circuit 1 P+N, complet	1	12.10
Luminaire; montage sur bois	1	4.55
Luminaire; montage sur bois	1	4.95
Lampe à incandescence, 100 W	1	1.80
Lampe à incandescence, 60 W	1	1.30
Main-d'œuvre:		
Chef monteur	1¼ h	34.80
Monteur	4¾ h	28.—
Apprenti	2 h	10.80

Déterminer le coût: a) du matériel; b) de la main-d'œuvre; c) de l'installation.

16 Une installation dans un local de vente a été exécutée en régie, selon les données suivantes:

Postes	Nombres	Prix unitaires en Fr.
Tube plastique souple, 11 mm, vide, avec accessoires en montage dans faux-plafond	2,2 m	1.75
Tube plastique souple, 11 mm, vide, avec accessoires en montage apparent sur briques	1,9 m	2.15
Fils T; 1,5 mm <sup>2</sup>	13,5 m	— 30
Interrupteur, sch 1; combiné avec 1 prise type 12 en montage noyé dans mur de briques	1	22.45
Tampons pour lampes dans mur de briques	2	2.10
Boîte de dérivation 4 × 1,5 mm <sup>2</sup> en montage apparent	1	3.05
Luminaire sur parois	2	47.—
Lampes à incandescence 40 W, type bougie-opale	2	2.20
Main-d'œuvre:		
Chef monteur	½ h	34.80
Monteur	5½ h	28.—
Monteur pour travaux de démontage	1½ h	28.—

Déterminer le coût: a) du matériel; b) du démontage; c) de la main-d'œuvre pour la nouvelle installation; d) total.

17 Installation d'une ligne principale, en montage apparent.

Postes	Nombres	Prix unitaires en Fr.
Tube isolant armé, 23 mm, avec accessoires, montage sur bois	9,0 m	11.—
Tube isolant armé, 23 mm, montage sur béton	0,3 m	22.30
Tube plastique rigide, 23 mm, sur pierres dures	0,9 m	30.80
Tube isolant armé, 21 mm, montage sur bois	0,4 m	19.50
Fil T 5 × 6 mm <sup>2</sup> , tiré dans tube vide	11,8 m	17.—
Raccordements 5 × 6 mm <sup>2</sup>	2	14.25
Raccordement 4 × 2,5 mm <sup>2</sup>	1	8.20
Boîte de dérivation 2 × 25 + 3 × 10 mm <sup>2</sup> en montage sur bois	1	76.—
Raccord à vis 21 mm	1	4.15
Réduction 26/21 mm	1	5.40
Accessoires de coupe-circuit, 20 A	3	4.40
Percement de mur, 20 cm	1	19.10
Percement de plancher, 20 cm	1	23.60
Travaux divers		23.90

Calculer, au métré, le coût de cette installation.