

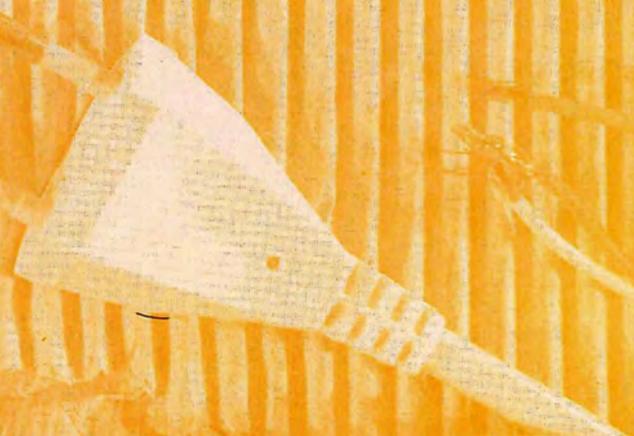
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DE LA RECHERCHE ET DE LA FORMATION
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ORGANISATION DES ÉTUDES

MANIPULATIONS D'ÉLECTRICITÉ

NOUVEAU PROGRAMME DE PHYSIQUE
DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE — DEUXIÈME DEGRÉ

FICHES DU PROFESSEUR





**MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DE LA RECHERCHE ET DE LA FORMATION
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ORGANISATION DES ÉTUDES**

MANIPULATIONS D'ÉLECTRICITÉ

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE — DEUXIÈME DEGRÉ

**NOUVEAU PROGRAMME DE PHYSIQUE
DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE**

FICHES DU PROFESSEUR

**CENTRE TECHNIQUE ET PÉDAGOGIQUE
DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE**

LISTE DES MANIPULATIONS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Fiche 1 | : Conducteurs et isolants..... | 5 |
| Fiche 2 | : Utilisation d'un voltmètre à aiguille (analogique) Mesure de tensions | 7 |
| Fiche 3 | : Utilisation d'un multimètre à affichage numérique Mesure de tensions | 8 |
| Fiche 4 | : Utilisation d'un ampèremètre à aiguille (analogique) Mesure d'intensités de courant | 10 |
| Fiche 5 | : Utilisation d'un multimètre à affichage numérique Mesure d'intensités de courant | 11 |
| Fiche 6 | : Intensité du courant dans un circuit..... | 13 |
| Fiche 7 | : Montages en série d'ampoules identiques..... | 15 |
| Fiche 8 | : Montages en série d'ampoules identiques..... Mesure des tensions et des intensités de courant | 17 |
| Fiche 9 | : Montages en parallèle d'ampoules identiques..... | 18 |
| Fiche 10 | : Montages en parallèle d'ampoules identiques..... Mesure des tensions et des intensités de courant | 21 |
| Fiche 11 | : Montages en série d'ampoules de caractéristiques différentes..... | 23 |
| Fiche 12 | : Montages en parallèle d'ampoules de caractéristiques différentes..... | 25 |
| Fiche 13 | : Court-circuit et coupe-circuit..... | 27 |
| Fiche 14 | : Allumage double direction ou bidirectionnel..... | 30 |
| Fiche 15 | : Diode électroluminescente (LED)..... | 33 |
| Fiche 16 | : Moteur alimenté par une tension continue..... | 35 |
| Fiche 17 | : Loi d'Ohm..... | 37 |
| Fiche 18 | : Thermistor à coefficient de température négatif..... | 39 |
| Fiche 19 | : Photorésistor..... | 40 |
| Fiche 20 | : Tracé de caractéristiques d'un thermistor à coefficient de température négatif...41 | |
| Fiche 21 | : Tracé de caractéristiques d'un photorésistor..... | 44 |

©

ISBN 2-87344-360-X 2^e édition revue et augmentée
(ISBN 2-87344-237-9 1^{re} édition)

D/1997/3125/70
(D/1995/3125/18 1^{re} édition)

AVANT-PROPOS

Les manipulations décrites dans le fascicule *Fiches de l'élève* et dans les pages qui suivent sont destinées aux élèves des 3^e et 4^e années de l'enseignement secondaire général. Elles constituent des illustrations possibles de divers points du module *Électricité* du nouveau programme de physique du deuxième degré.

Le matériel nécessaire à ces manipulations est contenu dans un coffret dont les différents composants (pile, moteur, supports d'ampoules, interrupteurs...), toujours entièrement visibles, sont montés sur des planchettes. Nous avons voulu, en mettant au point ces expériences et les fiches qui leur correspondent, éveiller la curiosité et, partant, l'intérêt des élèves. Le matériel, simple et peu coûteux, leur permettra de réaliser, de leurs mains, des circuits à l'aide d'éléments aussi peu mystérieux que possible.

Certaines manipulations nécessitent l'utilisation d'appareils de mesure, analogiques ou à affichage numérique. Leur présentation fait l'objet de fiches séparées.

Nous avons tenu à utiliser conjointement, pour toutes les mesures, des ampèremètres et voltmètres analogiques ainsi que des multimètres à affichage numérique.

Les appareils à affichage numérique, de plus en plus courants et de moins en moins coûteux, nécessitent moins de précautions lors de leur utilisation et introduisent dans les circuits des perturbations nettement plus faibles que leurs homologues à aiguille.

D'autre part, dans la crainte de voir les élèves accorder toute leur confiance à l'ensemble des chiffres affichés à l'écran du multimètre (attitude courante lors de l'utilisation d'une calculette), notre souci a été de les sensibiliser à la notion d'incertitude à travers quelques mesures de tension et d'intensité de courant, suivies des calculs amenant à préciser les encadrements à prendre en compte.

Une fois cette sensibilisation effectuée (lors des manipulations 2 à 6), nous n'avons plus précisé les incertitudes de mesure afin d'alléger la présentation des résultats et, par là, faciliter le travail de déduction à partir des tableaux.

Les manipulations 10 et 12 réclament une attention particulière car les élèves doivent y déplacer un ampèremètre pour mesurer l'intensité du courant circulant dans des ampoules placées en parallèle.

La manipulation 16, utilisant un moteur, peut être abordée en troisième année et trouver des prolongements dans le cours de cinquième, lorsqu'on aborde la notion de tension contre-électromotrice.

Cette deuxième édition des fascicules se voit complétée par cinq nouvelles manipulations, l'une concernant la loi d'Ohm et les quatre autres se rapportant au thermistor et au photorésistor.

Dans l'avant-propos de l'édition précédente, nous avons suggéré d'introduire la loi d'Ohm à partir de la caractéristique courant-tension d'une «résistance chauffante» soumise à une basse tension (résistance prélevée d'un sèche-cheveux, d'un grille-pain ou d'un gaufrier).

Aujourd'hui, suite à la demande de nombreux collègues, nous avons décidé d'ajouter une fiche illustrant ce point du programme de troisième à partir d'un résistor dorénavant inclus dans les coffrets. De plus, le comportement du thermistor et du photorésistor ainsi que le tracé de leur caractéristique figurent actuellement au programme de second degré. C'est pourquoi les professeurs intéressés trouveront ces deux composants dans les coffrets ainsi que quatre manipulations les mettant en jeu dans les fascicules.

Enfin, nous tenons à préciser que les deux fascicules *Fiches de l'élève* et *Fiches du professeur* constituent avant tout un **mode d'emploi** du coffret de matériel présenté à la page 3 du document destiné à l'élève. En les rédigeant, nous n'avons pas voulu décrire une démarche pédagogique particulière: c'est à chaque professeur qu'il incombe de susciter la réflexion, l'analyse et la créativité des élèves, tant à l'issue qu'au cours des manipulations.

Nous souhaitons «bonne découverte» aux professeurs et aux élèves et espérons qu'ils trouveront autant de plaisir à manipuler la collection que nous en avons trouvé à la mettre au point.

Paule PREUX
Myriam VAN SINOY
Juin 1997

| |
|--------------------------------|
| FICHE N° 1 |
| CONDUCTEURS ET ISOLANTS |

5. EXPLOITATION

5.1.

| Matériau entre A et B | Éclat de l'ampoule |
|-----------------------|--------------------|
| Fil de connexion | fort |
| Mine de crayon | très faible |
| Eau déminéralisée | nul |
| Eau salée | moyen à faible |
| Tige métallique | fort |
| Objet en plastique | nul |

5.2.

| |
|---|
| Conducteurs (de moins en moins bons) |
| Fil de connexion Tige métallique |
| Eau salée |
| Mine de crayon |
| Eau déminéralisée Objet en plastique |

Remarque

Lors de l'utilisation de l'eau salée pour fermer le circuit, il faut tenir compte de ce que:

- a) l'éclat de l'ampoule varie en fonction de:
 - la concentration en sel;
 - la distance séparant les pinces crocodiles;
 - la profondeur d'immersion des pinces crocodiles.

- b) le dégagement gazeux à la pince négative est formé d'hydrogène provenant de l'électrolyse de l'eau;

- c) la corrosion de la pince positive s'explique par l'attaque du chlore formé lors de l'électrolyse de la solution de chlorure de sodium; si les électrodes baignent dans l'eau salée quelques minutes ou plus, une coloration jaune apparaît, due aux ions de fer provenant de l'attaque de la pince.

Pour ces raisons, nous conseillons de ramener au minimum la durée de cette expérience, les élèves n'ayant pas l'acquis nécessaire pour comprendre les effets secondaires qui apparaissent progressivement au cours de celle-ci.

5.3. Pour qu'un courant puisse circuler dans un circuit, il est indispensable que toutes les parties de ce circuit soient conductrices.

7. EXPLOITATION

| Longueur de la mine de crayon entre les pinces (cm) | Éclat de l'ampoule |
|---|--|
| 10 | très faible (filament rouge sombre) |
| 6 | faible |
| 2 | moyen |

7.2. Plus le tronçon de la mine de crayon est court, plus il est conducteur.

FICHE N° 2

**UTILISATION D'UN VOLTMÈTRE
À AIGUILLE (ANALOGIQUE)
MESURE DE TENSIONS**

4. EXPLOITATION*

4.1.

| Calibre | Tension aux bornes de la pile de 4,5 V | Tension aux bornes de la pile de 1,5 V |
|----------------|---|---|
| 10 V | $(4,8 \pm 0,2)$ V | $(1,6 \pm 0,2)$ V |
| 5 V | $(4,7 \pm 0,1)$ V | $(1,5 \pm 0,1)$ V |

4.2. Les résultats sont compatibles quand on change de calibre (aux incertitudes près).

4.3. Le meilleur résultat est obtenu lorsqu'on utilise l'adaptateur 5 V plutôt que celui de 10 V.

Conclusion

Il est préférable de choisir le calibre le plus faible possible, c'est-à-dire celui qui correspond à l'incertitude la plus petite. Autrement dit, il y a intérêt à choisir le calibre qui donne lieu à la plus grande déviation de l'aiguille sur l'écran du voltmètre.

* L'incertitude est estimée à 1 division de l'échelle. Elle englobe l'incertitude de lecture (estimée à une demi-graduation) et l'incertitude liée à la classe de précision de l'appareil.

FICHE N° 3

UTILISATION D'UN MULTIMÈTRE À AFFICHAGE NUMÉRIQUE MESURE DE TENSIONS

4. EXPLOITATION

4.1.

| Calibre | Tension aux bornes de la pile de 4,5 V | Tension aux bornes de la pile de 1,5 V |
|---|--|--|
| 200 V | 4,4 V | 1,5 V |
| 20 V | 4,42 V | 1,57 V |
| 2 V | 1. | 1,579 V |
| 20 V (connexions inversées aux bornes de la pile) | - 4,42 V | - 1,57 V |

4.2. Lorsqu'on sélectionne le calibre 2 V pour mesurer la tension aux bornes de la pile de 4,5 V, on voit apparaître l'indication «1.» sur l'écran du multimètre. Cela signifie que la tension à mesurer est supérieure au calibre sélectionné.

Lorsqu'on inverse les connexions aux bornes de la pile, le signe «-» apparaît sur l'écran. Il signifie que le fil rouge est placé du côté du potentiel le plus bas. La mesure de la tension reste possible, sans endommager le voltmètre (ce qui n'est pas le cas avec un voltmètre à aiguille à zéro latéral).

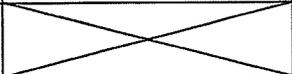
4.3. La lecture comporte trois ou quatre chiffres. Pour obtenir la lecture la plus précise d'une mesure donnée, on doit utiliser le calibre le plus faible possible, c'est-à-dire celui pour lequel le multimètre affiche le plus de décimales.

5. ESTIMATION DE L'INCERTITUDE

Un calcul d'incertitude est effectué, à titre d'exemple, dans le fascicule de l'élève.

6. EXPLOITATION (suite)

6.2.

| Calibre | Tension aux bornes de la pile de 4,5 V | Tension aux bornes de la pile de 1,5 V |
|---------|---|--|
| 200 V | $(4,4 \pm 0,1) \text{ V}$ | $(1,5 \pm 0,1) \text{ V}$ |
| 20 V | $(4,42 \pm 0,03) \text{ V}$ | $(1,57 \pm 0,02) \text{ V}$ |
| 2 V |  | $(1,58 \pm 0,01) \text{ V}^*$ |

6.3. Il ressort du tableau précédent que:

- 1°) c'est l'utilisation du calibre 20 V qui donne la mesure la plus précise dans le cas de la pile de 4,5 V;
- 2°) c'est l'utilisation du calibre 2 V qui donne la mesure la plus précise dans le cas de la pile de 1,5 V. Ceci confirme quantitativement la constatation déjà effectuée au point 4.3.

* Le résultat «brut» est ici $(1,579 \pm 0,009) \text{ V}$. Ce résultat appelle un commentaire: une incertitude de 0,009 V enlève toute signification au chiffre 9 du troisième rang dans 1,579 V. L'incertitude doit être arrondie à 0,01 V, ce qui donne l'écriture à deux décimales du tableau.

FICHE N° 4

UTILISATION D'UN AMPÈREMÈTRE À AIGUILLE (ANALOGIQUE) MESURE D'INTENSITÉS DE COURANT

5. EXPLOITATION*

5.1.

| Calibre | Ampèremètre entre  et  | Ampèremètre entre  et  |
|---------|---|--|
| 1 A | (40 ± 20) mA | (40 ± 20) mA |
| 500 mA | (40 ± 10) mA | (40 ± 10) mA |
| 200 mA | (36 ± 4) mA | (36 ± 4) mA |
| 50 mA | (38 ± 1) mA | (38 ± 1) mA |

5.2. Pour chaque calibre, les résultats obtenus sont identiques, que l'ampèremètre soit placé entre le générateur et l'ampoule ou entre l'ampoule et l'interrupteur.

Dans le circuit étudié, l'intensité du courant est partout la même.

Une confirmation de cette proposition peut être obtenue si l'on place l'ampèremètre entre l'interrupteur et la pile (fig. 4.2).

5.3. Aux incertitudes près, les résultats sont compatibles, quel que soit le calibre choisi. La lecture est plus précise avec le calibre 50 mA car l'incertitude affectant la mesure de l'intensité du courant est la plus faible. Il vaut donc mieux sélectionner le calibre correspondant à la plus grande déviation acceptable de l'aiguille de l'ampèremètre.

* L'incertitude est estimée à 1 division de l'échelle. Elle englobe l'incertitude de lecture (estimée à une demi-graduation) et l'incertitude liée à la classe de précision de l'appareil.

FICHE N° 5

**UTILISATION D'UN MULTIMÈTRE
À AFFICHAGE NUMÉRIQUE
MESURE D'INTENSITÉS DE COURANT**

5. EXPLOITATION

5.1.

| Calibre | Ampèremètre entre  et  | Ampèremètre entre  et  |
|---|---|---|
| 20 A | 0,04 A | 0,04 A |
| 2 A | 0,036 A | 0,036 A |
| 200 mA | 35,6 mA | 35,6 mA |
| 20 mA | 1. | 1. |
| 200 mA (connexions inversées aux bornes de la pile) | - 35,6 mA | - 35,6 mA |

5.2. Lorsqu'on sélectionne le calibre 20 mA pour mesurer l'intensité du courant traversant L_1 , on voit apparaître l'indication «1.» sur l'écran du multimètre. Cela signifie que l'intensité à mesurer est supérieure au calibre sélectionné.

Lorsqu'on inverse les connexions aux bornes de la pile, le signe «-» apparaît sur l'écran. Il signifie que le courant entre dans l'ampèremètre par la douille COM et en sort par la douille A. La mesure de l'intensité du courant reste possible sans endommager l'ampèremètre (ce qui n'est pas le cas avec un ampèremètre analogique à zéro latéral).

5.3. Pour chaque calibre, les résultats sont identiques, que l'ampèremètre soit placé entre le générateur et l'ampoule ou entre l'ampoule et l'interrupteur. Dans le circuit étudié, l'intensité du courant est partout la même.

5.4. Pour obtenir la lecture la plus précise d'une mesure donnée, on doit utiliser le calibre le plus faible possible.

6. ESTIMATION DE L'INCERTITUDE

Un calcul d'incertitude est effectué, à titre d'exemple, dans le fascicule de l'élève.

7. EXPLOITATION (suite)

7.1. $I = (0,04 \pm 0,05) \text{ A}$

7.2. Ce résultat ne peut être retenu. Il est donc impératif d'utiliser le calibre 200 mA.

FICHE N° 6

INTENSITÉ DU COURANT DANS UN CIRCUIT

5. EXPLOITATION

5.1.

| Pile | Intensité | Éclat de l'ampoule | |
|-------|-----------------|--------------------|-----|
| 4,5 V | (38 ± 1) mA | moyen | (1) |
| | (37,3 ± 0,5) mA | | (2) |
| 1,5 V | (20 ± 1) mA | très faible | (1) |
| | (20,3 ± 0,3) mA | | (2) |

5.2. L'ampoule éclaire le plus lorsqu'elle est alimentée par la pile de 4,5 V.

5.3. Plus l'intensité du courant est élevée, plus l'ampoule éclaire.

5.4. Dans le circuit donné, l'intensité du courant est plus grande lorsque la tension disponible aux bornes de la pile est plus élevée.

7. EXPLOITATION (suite)

7.1.

| Ampoule | Intensité | Éclat de l'ampoule | |
|----------------|-----------------|--------------------|-----|
| L ₁ | (38 ± 1) mA | moyen | (1) |
| | (37,3 ± 0,5) mA | | (2) |
| L ₂ | (320 ± 5) mA | très fort | (1) |
| | (0,35 ± 0,06) A | | (2) |
| L ₃ | (420 ± 5) mA | assez fort | (1) |
| | (0,44 ± 0,06) A | | (2) |

(1) Mesures effectuées avec l'ampèremètre analogique décrit à la fiche 4.

(2) Mesures effectuées avec le multimètre à affichage numérique décrit à la fiche 5.

7.2. Non, les trois ampoules n'éclairent pas de la même manière. Elles n'ont pas les mêmes filaments et les caractéristiques de fonctionnement sont différentes.

7.3. Dans le circuit étudié, les deux facteurs qui influencent l'intensité du courant sont la tension disponible aux bornes du générateur et les caractéristiques du récepteur placé dans ce circuit.

Remarque

La tension de fonctionnement normal (tension nominale) des ampoules L_1 et L_3 est 6 V, tandis que celle de L_2 est 3,8 V. Les ampoules L_1 et L_3 sont sous-voltées dans cette expérience et éclairent donc moins que lors d'un fonctionnement normal. Par contre, L_2 éclaire normalement, la tension à laquelle elle est soumise étant voisine de sa tension nominale.

Soumises à une même tension, deux ampoules de même tension et de même puissance nominales n'éclairent de la même façon que si leurs filaments sont strictement identiques (ce qui n'est pas toujours le cas, puisqu'ils sont fabriqués de manière industrielle).

Dans le cas de deux ampoules de même tension nominale mais de puissances nominales différentes (cas des ampoules L_1 et L_3), les filaments sont différents. Si ces ampoules sont soumises à une même tension, celle qui est parcourue par la plus grande intensité de courant éclaire le plus.

Dans le cas d'ampoules de tensions nominales différentes (cas des ampoules L_2 et L_3) soumises à une même tension, il n'y a pas de relation simple entre l'intensité de courant traversant le filament de l'ampoule et son éclat lumineux.

FICHE N° 7

MONTAGES EN SÉRIE D'AMPOULES IDENTIQUES

5. EXPLOITATION

5.1.

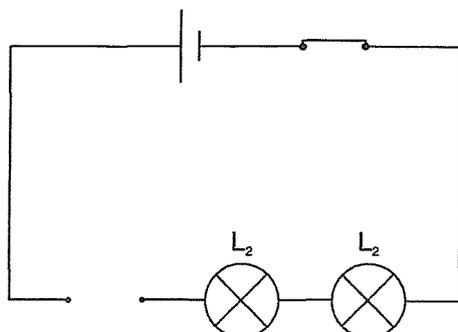
| Manipulation | Montage | Éclat des ampoules L_2 |
|--------------|--|--------------------------|
| 4.1 | 3 ampoules en série | faible |
| 4.2 | dévisser 1 ampoule du montage de la figure 7.1 | nul |
| 4.3 | 2 ampoules en série | moyen |
| 4.4 | 1 seule ampoule | fort |
| 4.5 | 3 ampoules dont l'une est court-circuitée | moyen |
| 4.6 | 3 ampoules dont deux sont court-circuitées | fort |

5.2. Moins il y a d'ampoules en série, plus l'éclat de celle(s) qui reste(nt) est fort. On peut donc dire que moins il y a d'ampoules, plus l'intensité du courant qui traverse celle(s) qui reste(nt) est grande.

C'est lorsque le circuit ne contient **qu'une seule ampoule** que **cette intensité est la plus grande.**

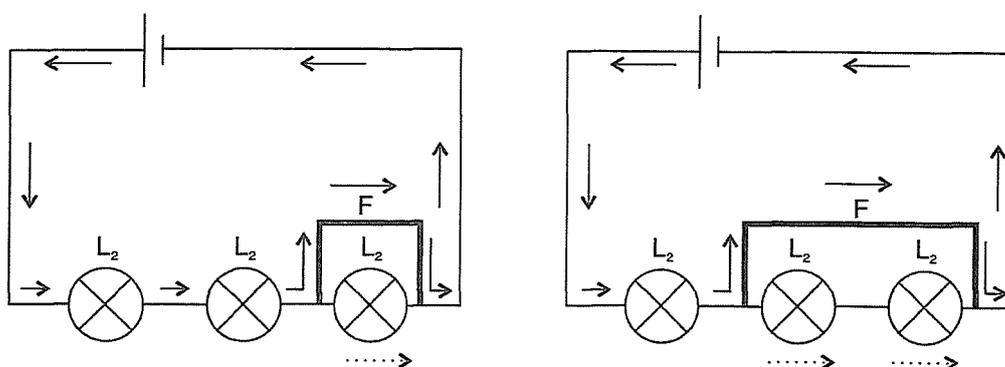
5.3. Dans le cas de la manipulation 4.2, aucune ampoule ne brille. L'intensité du courant dans le circuit est nulle.

Le schéma du circuit dans ce cas est le suivant:



Il ne s'agit plus d'un circuit fermé mais d'un **circuit ouvert**. Aucun courant ne peut y circuler. Si, soudain, une ampoule du montage de la figure 7.1 «grillait», l'interrupteur étant fermé, aucune ampoule ne brillerait plus car le circuit serait alors ouvert et l'intensité du courant serait nulle.

5.4. Dans le cas des manipulations 4.5 et 4.6, le courant suit le trajet représenté par les flèches dans les circuits suivants:



Dans le cas des manipulations 4.3 et 4.5, les éclats des ampoules allumées sont identiques: l'intensité du courant qui les traverse est la même.

Le fait de court-circuiter une ampoule dans un circuit revient donc à dériver la quasi-totalité du courant par un fil très bon conducteur.

Dans le cas des manipulations 4.4 et 4.6, les éclats des ampoules allumées sont identiques: l'intensité du courant qui traverse les circuits 7.3 et 7.5 est la même.

Remarque

La résistance du fil F utilisé pour court-circuiter l'(les) ampoule(s) dans le cas des manipulations 4.5 et 4.6 est de l'ordre de 0,1 Ω , résistance beaucoup plus faible que celle du filament d'une ampoule L₂ (environ 12 Ω). L'intensité du courant traversant l'(les) ampoule(s) court-circuitée(s) est environ 120 ou 240 fois plus faible que celle du courant qui circule dans le fil F.

FICHE N° 8

**MONTAGES EN SÉRIE D'AMPOULES IDENTIQUES
MESURE DES TENSIONS ET DES INTENSITÉS
DE COURANT**

5. EXPLOITATION

5.1.

| Manipulation | Montage | I (mA) | U (V) | U ₁ (V) | U ₂ (V) | U ₃ (V) | |
|--------------|---|--------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-----|
| 4.1 à 4.3 | 2 ampoules L ₁ en série (figure 8.1) | 24 | 4,4 | 2,1 | 2,3 | X | (1) |
| | | 24 | 4,35 | 2,15 | 2,20 | | (2) |
| 4.4 et 4.5 | 3 ampoules L ₁ en série (figure 8.2) | 19 | 4,4 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | (1) |
| | | 19 | 4,35 | 1,50 | 1,50 | 1,40 | (2) |

5.2. La somme des tensions U₁ et U₂ est égale à la tension U, aux incertitudes de mesure près. Autrement dit, $U = U_1 + U_2$.

5.3. La même relation est satisfaite: $U = U_1 + U_2 + U_3$ aux incertitudes de mesure près.

5.4. Lorsque plusieurs ampoules sont associées en série, la somme des tensions qui règnent aux bornes de chaque ampoule est égale à la tension qui règne aux bornes du groupement.

Remarque

Les filaments des trois ampoules n'ayant pas des caractéristiques rigoureusement identiques, il est normal que les tensions U₁, U₂ et U₃ soient légèrement différentes. À titre indicatif, la lecture à l'ohmmètre de la résistance des filaments des trois ampoules utilisées donne les valeurs suivantes: 16,8 Ω, 18,6 Ω et 17,2 Ω.

(1) Mesures effectuées à l'aide du voltmètre et de l'ampèremètre analogiques présentés aux fiches 2 et 4.

(2) Mesures effectuées à l'aide du multimètre à affichage numérique présenté aux fiches 3 et 5.

FICHE N° 9

MONTAGES EN PARALLÈLE D'AMPOULES IDENTIQUES

5. EXPLOITATION

5.1.

| Manipulation | Montage | Éclat des ampoules L_1 |
|--------------|--|--|
| 4.1 | 1 seule ampoule | moyen |
| 4.2 | 2 ampoules en parallèle | moyen |
| 4.3 | 3 ampoules en parallèle | moyen |
| 4.4 | dévisser 1 ampoule du montage de la figure 9.3 | les 2 autres ampoules L_1 éclairent comme en 4.3 |
| 4.5 | court-circuiter 1 ampoule (figure 9.4) | aucune des 3 ampoules n'éclaire plus |

5.2. Dans le cas des manipulations 4.1, 4.2 et 4.3, les éclats des différentes ampoules sont identiques, les intensités des courants qui les traversent sont donc égales.

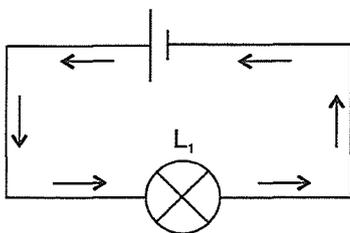


Figure 9.1

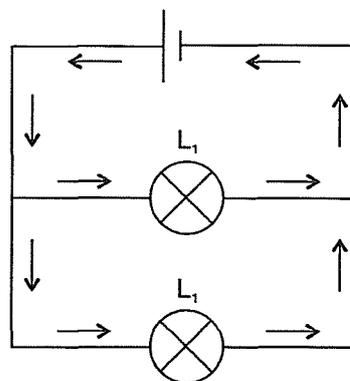


Figure 9.2

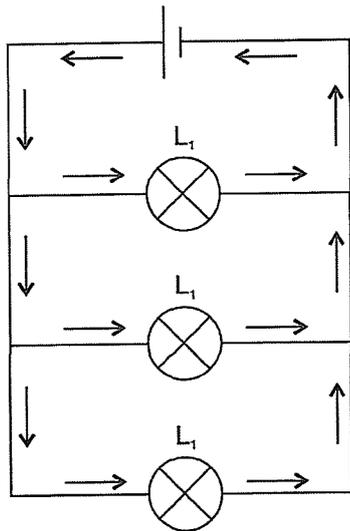


Figure 9.3

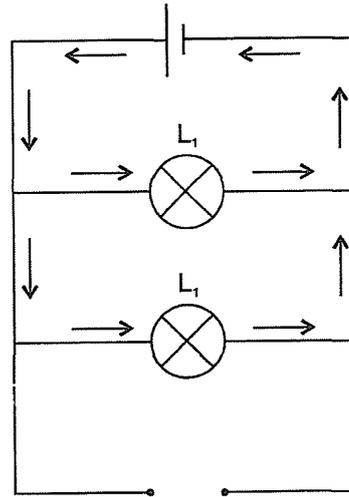


Figure 9.3 bis

Dans le cas de la manipulation 4.4 (figure 9.3 bis), lorsque l'une des ampoules est dévissée, les deux autres continuent à briller normalement.

Ce montage est équivalent à celui de la figure 9.2.

5.3.

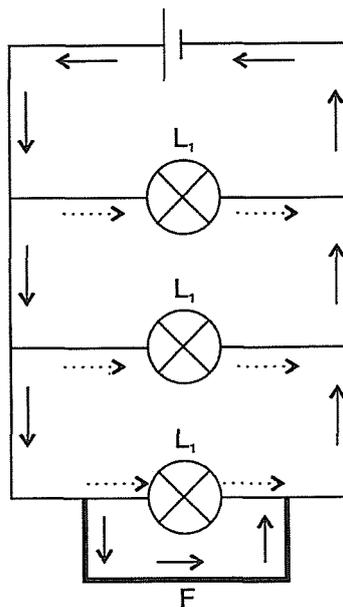


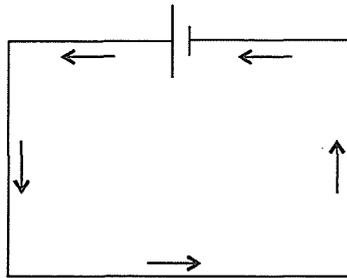
Figure 9.4

Dans le cas de la manipulation 4.5, le courant délivré par la pile prend le «chemin le plus facile» en traversant presque exclusivement les fils de connexion et le fil F. Néanmoins, un courant très faible passe dans les ampoules, mais il est insuffisant pour faire rougir leur filament.

Remarque

La résistance du fil F étant environ 1 000 fois plus faible que celle des filaments des ampoules L_1 , l'intensité du courant traversant ces filaments ne représente qu'environ un millième de l'intensité du courant fourni par la pile.

Le montage de la figure 9.4 est pratiquement équivalent au circuit suivant:



Dans le langage courant, nous dirons que les bornes de la pile sont «mises en court-circuit», aucun récepteur n'étant placé entre les bornes positive et négative.

5.4. On demande de **court-circuiter «brièvement»** car la mise en court-circuit des bornes de la pile entraîne la **décharge rapide** de celle-ci.

5.5. Dans les habitations, les conducteurs électriques alimentant les appareils d'éclairage et les prises de courant sont toujours associés en parallèle sur l'alimentation du secteur. De cette façon, tous les récepteurs (lampes, tubes ou appareils branchés sur les prises...) peuvent être soumis à la même tension électrique de 230 V et peuvent fonctionner indépendamment les uns des autres.

Remarques

1. Si l'on parle de «lampes basse tension» dans le cas de l'éclairage halogène, il ne faut pas perdre de vue qu'entre cette ampoule et la prise de courant qui l'alimente, on place toujours un transformateur qui abaisse la tension alternative de 230 V à 24 V, 12 V ou 6 V conforme aux tensions nominales des ampoules considérées.
2. Certaines guirlandes d'arbres de Noël sont constituées d'ampoules identiques montées en série. Si l'une des ampoules est hors d'usage, toute la guirlande s'éteint.

FICHE N° 10

**MONTAGES EN PARALLÈLE D'AMPOULES IDENTIQUES
MESURE DES TENSIONS ET DES INTENSITÉS
DE COURANT**

5. EXPLOITATION

5.1.

| Manipulation | Montage | U ₁ (V) | U ₂ (V) | U ₃ (V) | I (mA) | I ₁ (mA) | I ₂ (mA) | I ₃ (mA) | |
|--------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|-----|
| 4.1 à 4.4 | 2 ampoules L ₁ en parallèle (figure 10.1) | 4,4 | 4,4 | X | 72 | 37 | 36 | X | (1) |
| | | 4,40 | 4,40 | | 71,7 | 37,2 | 35,6 | | (2) |
| 4.5 à 4.9 | 3 ampoules L ₁ en parallèle (figure 10.2) | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 108 | 37 | 36 | 36 | (1) |
| | | 4,37 | 4,36 | 4,36 | 105,0 | 37,1 | 35,5 | 36,0 | (2) |

5.2. Lorsque plusieurs ampoules sont associées en parallèle, la tension régnant aux bornes de celles-ci est la même. Autrement dit, $U_1 = U_2 = U_3$.

5.3. La première ligne du tableau permet d'établir la relation $I = I_1 + I_2$, vérifiée aux incertitudes de mesure près.

5.4. La deuxième ligne du tableau permet d'établir la relation $I = I_1 + I_2 + I_3$, vérifiée aux incertitudes de mesure près.

5.5. Lorsque plusieurs ampoules sont associées en parallèle, elles sont toutes soumises à la même tension U.

5.6. Lorsque plusieurs ampoules sont associées en parallèle, elles sont traversées par des courants d'intensités respectives I_1, I_2, I_3, \dots telles que la somme de ces intensités est égale à l'intensité du courant délivré par le générateur.

(1) Mesures effectuées à l'aide du voltmètre et de l'ampèremètre analogiques présentés aux fiches 2 et 4.

(2) Mesures effectuées à l'aide du multimètre à affichage numérique présenté aux fiches 3 et 5.

Remarques

1. La loi d'addition des courants est vérifiée avec une meilleure précision si l'on dispose de plusieurs ampèremètres qu'on place simultanément dans le circuit. En effet, lorsqu'on ne dispose que d'un seul ampèremètre, on modifie la résistance totale du circuit lorsqu'on déplace l'appareil pour mesurer I , I_1 , I_2 et I_3 . Nous avons réalisé le montage de la figure 10.1 en plaçant **simultanément** trois ampèremètres et nous avons obtenu les mesures suivantes:

$$I = 70,2 \text{ mA}$$

$$I_1 = 36,0 \text{ mA}$$

$$I_2 = 34,2 \text{ mA}$$

2. Les filaments des deux ampoules n'ayant pas des caractéristiques rigoureusement identiques, il est normal que les tensions U_1 , U_2 et U_3 soient légèrement différentes (voir remarque page 17).



FICHE N° 11

**MONTAGES EN SÉRIE D'AMPOULES
DE CARACTÉRISTIQUES DIFFÉRENTES**

5. EXPLOITATION

5.1. Dans le montage de la figure 11.1, lorsque l'interrupteur est fermé, seule l'ampoule L_1 brille.

Un courant circule dans le circuit mais son intensité est insuffisante pour permettre à L_2 et L_3 de briller.

Sachant que, pour briller normalement, l'ampoule L_1 doit être traversée par un courant d'intensité 50 mA, on peut estimer à une valeur **inférieure ou égale à 50 mA** l'intensité du courant qui circule dans le montage envisagé ici.

5.2. Lorsque l'une des trois ampoules est dévissée, le **circuit est ouvert** et aucun courant ne peut y circuler.

Remarque: Le fait qu'une ampoule ne brille pas ne signifie nullement qu'elle n'est traversée par aucun courant. Si l'intensité du courant qui traverse le filament n'atteint pas une valeur «seuil» caractéristique de l'ampoule considérée, celle-ci ne brillera pas.

5.3. Dans le montage de la figure 11.2, lorsque l'interrupteur est fermé, l'ampoule L_2 brille presque normalement tandis que l'ampoule L_3 brille à peine. Un courant circule donc dans le circuit mais son intensité est insuffisante pour permettre à L_3 de briller normalement.

Sachant que, pour briller normalement, l'ampoule L_3 doit être traversée par un courant d'intensité 500 mA, on peut estimer à une valeur inférieure à 500 mA (mais voisine de 300 mA) l'intensité du courant dans le montage envisagé ici.

5.4.

| Manipulation | Montage | Éclat des ampoules | Estimation des intensités |
|--------------|---|---|---------------------------|
| 4.1 | L_1 , L_2 et L_3 en série (fig. 11.1) | L_1 : moyen L_2 : nul L_3 : nul | $I < 50$ mA |
| 4.2 | L_1 et L_3 en série L_2 dévissée | L_1 : nul L_2 : nul L_3 : nul | $I = 0$ |
| 4.3 | L_2 et L_3 en série (fig. 11.2) | L_2 : normal L_3 : moyen | $I \approx 300$ mA |

7. EXPLOITATION (suite)

7.1.

| Manipulation | Montage | I (mA) | U ₁ (V) | U ₂ (V) | U (V) | |
|--------------|--|--------|--------------------|--------------------|-------|-----|
| 6.1 | L ₁ , L ₂ et L ₃ en série (figure 11.1) | 38 | X | X | X | (1) |
| | | 36,9 | | | | (2) |
| 6.2 et 6.3 | L ₂ et L ₃ en série (figure 11.2) | 280 | 3,1 | 1,4 | 4,5 | (1) |
| | | 250 | 2,06 | 1,38 | 4,44 | (2) |

7.2. Les estimations effectuées aux points 5.1 et 5.3 sont acceptables.

7.3. $U = U_1 + U_2$.

7.4. Si l'on compare cette relation avec celles qui ont été établies aux points 5.2 et 5.3 de la fiche n° 8, il est possible d'établir la conclusion générale suivante: lorsque plusieurs ampoules sont associées en série, la somme des tensions qui règnent aux bornes de chaque ampoule est égale à la tension qui règne aux bornes du groupement.

(1) Mesures effectuées à l'aide du voltmètre et de l'ampèremètre analogiques présentés aux fiches 2 et 4.

(2) Mesures effectuées à l'aide du multimètre à affichage numérique présenté aux fiches 3 et 5.

FICHE N° 12

**MONTAGES EN PARALLÈLE D'AMPOULES
DE CARACTÉRISTIQUES DIFFÉRENTES**

PRÉCAUTION INDISPENSABLE

Dans cette manipulation, la puissance électrique débitée par la pile de 4,5 V étant importante (de l'ordre de 3 à 4 W), il est nécessaire **d'effectuer les mesures rapidement** afin d'éviter un épuisement rapide de la pile et l'instabilité de la lecture qui en résulte. Les montages sont réalisés avec l'interrupteur **ouvert**. Une **fermeture de courte durée** doit suffire pour effectuer les mesures ou relever les observations demandées.

5. EXPLOITATION

5.1.

| Manipulation | Montage | Éclat des ampoules | U ₁ (V) | U ₂ (V) | U ₃ (V) | I (A) | I ₂ (A) | I ₃ (A) | |
|--------------|---|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|----------------------|
| 4.1 à 4.4 | L ₂ et L ₃ en parallèle | L ₂ : normal | 4,1 | 4,1 | X | 0,72 | 0,30 | 0,40 | (1) |
| | | L ₃ : moyen | 4,11 | 4,11 | | 0,68 | 0,29 | 0,38 | (2) |
| 4.5 | L ₁ , L ₂ et L ₃ en parallèle | L ₁ : faible | 4,1 | 4,1 | X | X | X | X | (1) |
| | | L ₂ : normal | 4,12 | 4,12 | | | | | 4,12 |
| 4.6 | L ₁ et L ₂ en parallèle L ₃ dévissée | L ₁ : faible | 4,3 | 4,3 | X | X | X | X | (1) |
| | | L ₂ : normal | 4,36 | 4,36 | | | | | (2) |
| 4.7 | L ₁ seule L ₂ et L ₃ dévissées | L ₁ : faible | 4,5 | X | X | X | X | X | (1) |
| | | L ₂ : nul | 4,58 | | | | | | L ₃ : nul |

(1) Mesures effectuées à l'aide du voltmètre et de l'ampèremètre analogiques présentés aux fiches 2 et 4.

(2) Mesures effectuées à l'aide du multimètre à affichage numérique présenté aux fiches 3 et 5.

5.2. Lorsque l'on dévisse une ampoule de ce type de montage, les ampoules restantes continuent à briller de la même manière. Il en est de même lorsque l'on dévisse deux ampoules.

Dans le montage en série faisant appel aux mêmes ampoules (fiche n° 11), le fait de dévisser une ampoule provoque l'extinction des autres.

5.3. Dans chacun des deux montages 12.1 et 12.2, on mesure la même tension aux bornes de chacune des ampoules alimentées en parallèle:

$$U_1 = U_2 = U_3 = 4,1 \text{ V}$$

ou $U_1 = U_2 = 4,1 \text{ V}$

5.4. La première ligne du tableau permet d'établir la relation: $I = I_2 + I_3$, vérifiée aux incertitudes de mesure près.

5.5. Si l'on compare cette relation avec celles qui ont été établies aux points 5.3, 5.4 et 5.6 de la fiche n° 10, il est possible d'établir la conclusion générale suivante: lorsque des ampoules sont associées en parallèle, la somme des intensités de courant traversant chacune d'elles est égale à l'intensité du courant fourni par le générateur.

COURT-CIRCUIT ET COUPE-CIRCUIT**4. MANIPULATION**

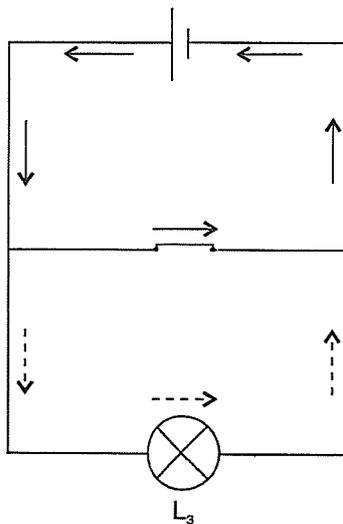
4.1. L'ampoule est allumée.

4.2. L'ampoule s'éteint dès qu'on ferme l'interrupteur.

5. EXPLOITATION

5.1. La plus grande partie du courant débité par la pile passe par le chemin le moins résistant, c'est-à-dire par l'interrupteur.

5.2.

**Remarques**

1. Un ampèremètre branché en série avec l'ampoule indique que celle-ci est parcourue par un très faible courant lorsqu'elle est court-circuitée par l'interrupteur fermé.
2. Le court-circuit provoqué par la mise en parallèle de l'interrupteur et de l'ampoule provoque une très forte augmentation de l'intensité du courant débité par la pile. C'est la raison pour laquelle on ne ferme l'interrupteur que pendant un **court instant** (risque d'épuisement rapide de la pile).

7. MANIPULATION

7.2. L'ampoule est allumée et le fil métallique ne présente aucun signe particulier.

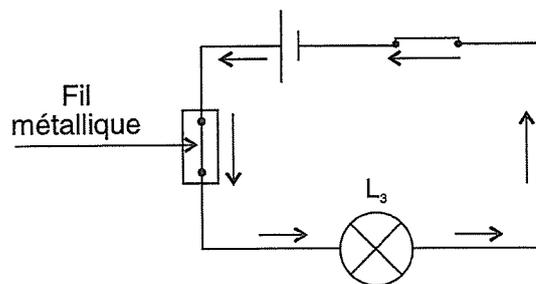
7.3. Le fil placé sur le porte-fusible rougit et fond, l'ampoule s'éteint.

7.5. L'ampoule est allumée et le fil métallique enfermé dans le cylindre de verre du fusible ne fond pas.

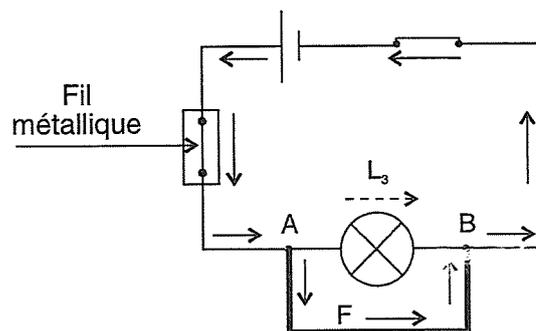
7.6. L'ampoule s'éteint et l'état du fusible est inchangé.

8. EXPLOITATION

8.1.

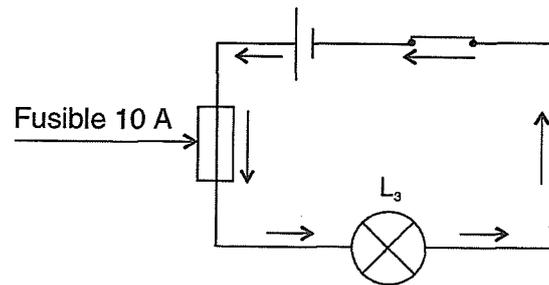


8.2.

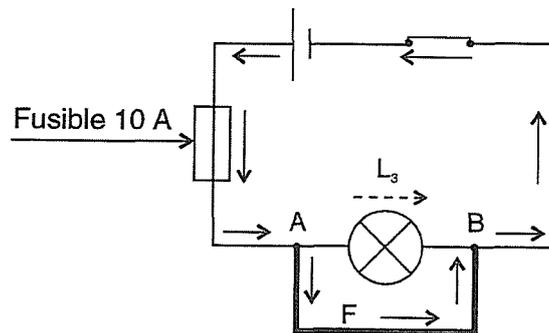


Le courant débité par la pile passe presque intégralement par le fil de connexion F. Le court-circuit provoqué par F produit une augmentation de l'intensité du courant telle que le fil placé sur le porte-fusible est porté à incandescence et fond. Ce fil est donc bien un coupe-circuit puisqu'il ouvre le circuit électrique dès que celui-ci est parcouru par un courant d'intensité supérieure à une certaine valeur. Il a donc un rôle protecteur: il empêche qu'un courant trop important ne parcoure des conducteurs qui, de ce fait, pourraient subir un échauffement exagéré et même dangereux.

8.3.



8.4.



Le fusible ne fond pas et ne peut donc jouer son rôle protecteur parce que l'intensité du courant qui parcourt le circuit est inférieure à l'intensité nominale du fusible. Il peut donc être dangereux de placer dans une installation électrique des fusibles d'intensité nominale trop élevée eu égard aux caractéristiques du circuit à protéger (notamment, la section des fils conducteurs).

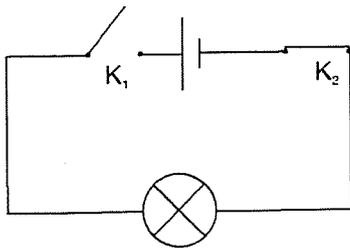
Remarque

Si on remplace le fusible de 10 A par un fusible de 200 mA, celui-ci remplira son rôle protecteur dans l'expérience décrite ci-avant mais il ne pourra plus être utilisé par la suite!

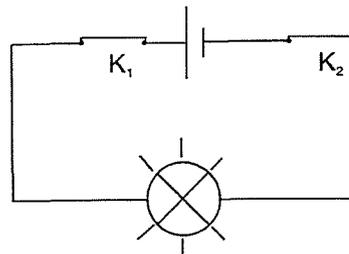
ALLUMAGE DOUBLE DIRECTION OU BIDIRECTIONNEL

5. EXPLOITATION

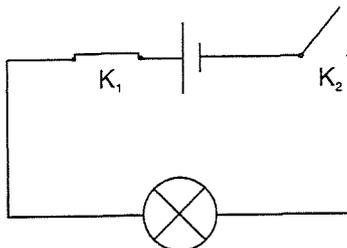
5.1.



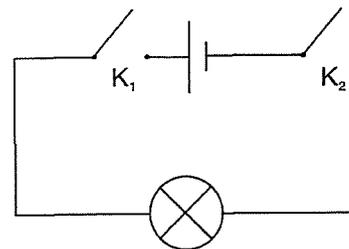
Situation initiale
Ampoule éteinte



Première manœuvre
Ampoule allumée



Deuxième manœuvre
Ampoule éteinte



Troisième manœuvre
Ampoule éteinte

5.2.

| | K ₁ | K ₂ | ⊗ |
|--------------------|----------------|----------------|---|
| Situation initiale | 0 | 1 | 0 |
| Première manœuvre | 1 | 1 | 1 |
| Deuxième manœuvre | 1 | 0 | 0 |
| Troisième manœuvre | 0 | 0 | 0 |

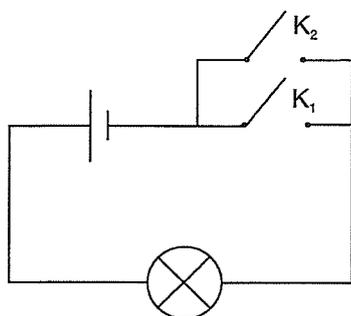
5.3. L'ampoule est allumée lorsque les deux interrupteurs sont en position fermée.

5.4. La dernière manœuvre ne modifie pas l'éclat de l'ampoule.

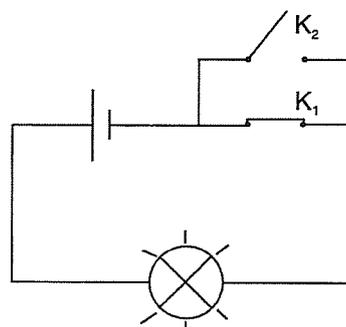
5.5. Ce type de montage ne répond donc pas au but de la manipulation.

7. EXPLOITATION (suite)

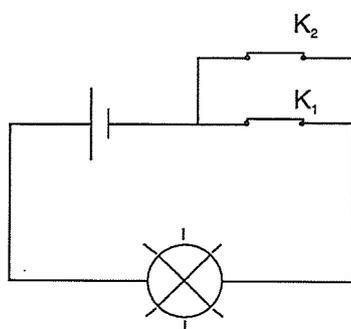
7.1.



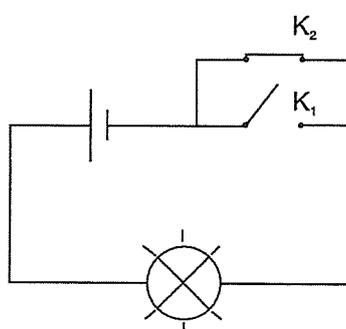
Situation initiale
Ampoule éteinte



Première manœuvre
Ampoule allumée



Deuxième manœuvre
Ampoule allumée



Troisième manœuvre
Ampoule allumée

7.2.

| | K ₁ | K ₂ | ⊗ |
|--------------------|----------------|----------------|---|
| Situation initiale | 0 | 0 | 0 |
| Première manœuvre | 1 | 0 | 1 |
| Deuxième manœuvre | 1 | 1 | 1 |
| Troisième manœuvre | 0 | 1 | 1 |

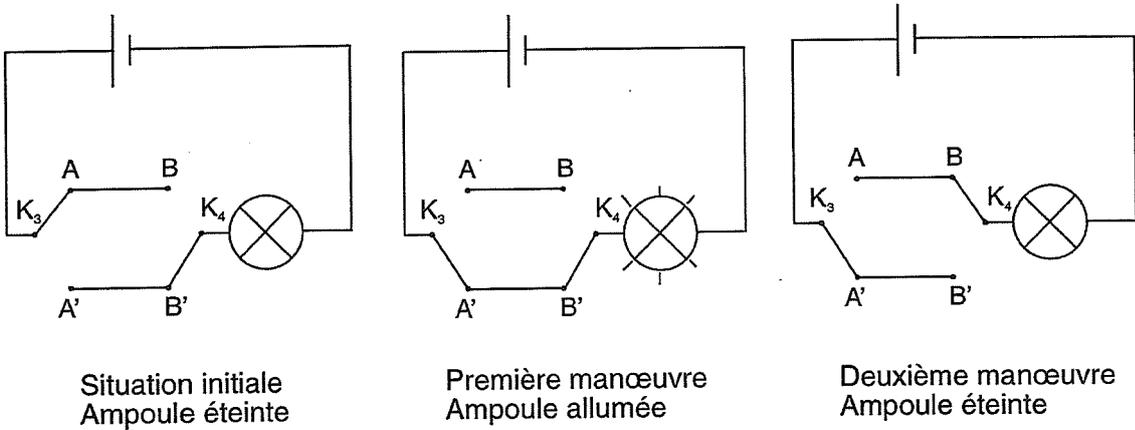
7.3. L'ampoule est allumée lorsqu'un interrupteur au moins est en position fermée.

7.4. Les deuxième et troisième manœuvres ne modifient pas l'éclat de l'ampoule.

7.5. Ce type de montage ne répond donc pas au but de la manipulation.

9. EXPLOITATION (suite)

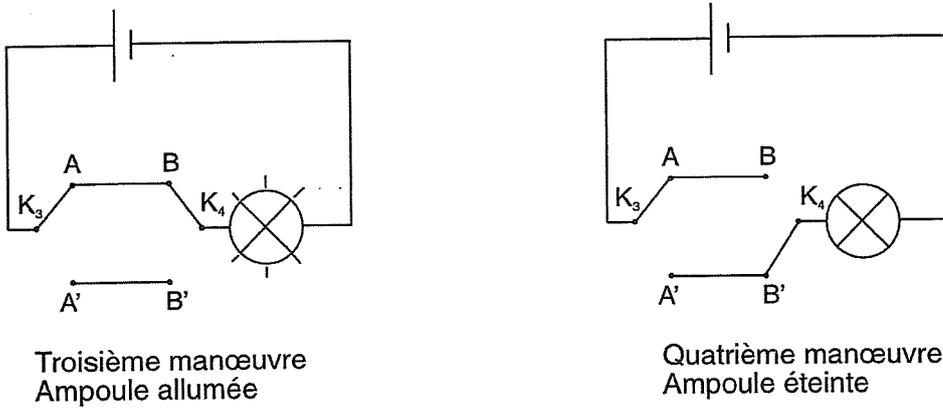
9.1.



Situation initiale
Ampoule éteinte

Première manœuvre
Ampoule allumée

Deuxième manœuvre
Ampoule éteinte



Troisième manœuvre
Ampoule allumée

Quatrième manœuvre
Ampoule éteinte

9.2.

| | A | A' | B | B' | ⊗ |
|--------------------|---|----|---|----|---|
| Situation initiale | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Première manœuvre | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Deuxième manœuvre | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Troisième manœuvre | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Quatrième manœuvre | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |

9.3. L'ampoule est allumée lors des manœuvres 1 et 3.

9.4. Oui, chacune des manœuvres successives modifie l'éclat de l'ampoule.

9.5. Ce type de montage répond au but de la manipulation: en effet, il est maintenant possible de commander l'allumage et l'extinction d'une ampoule à partir de deux points différents. Il suffit, pour cela, de manœuvrer **l'un ou l'autre** des interrupteurs.

FICHE N° 15

DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE (LED)

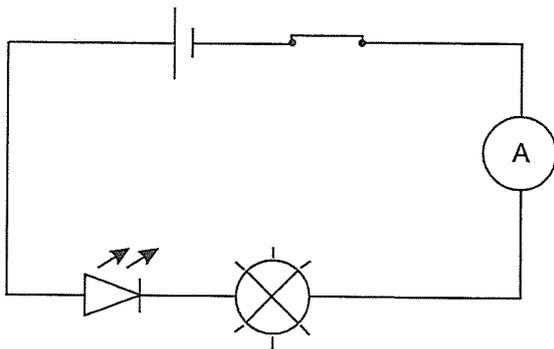
Une diode électroluminescente est une diode qui émet de la lumière lorsqu'elle est branchée dans un sens déterminé, appelé «sens passant», et qu'elle est traversée par un courant d'intensité suffisante. **Un branchement direct d'une LED aux bornes d'une pile conduit à sa destruction car le courant qui la traverse alors a une intensité trop élevée.** Cette destruction n'est pas nécessairement immédiate. Pour qu'une LED fonctionne normalement, il faut donc que le courant qui la traverse en sens passant ait une intensité I telle que $I_{\min} < I < I_{\text{destruction}}$.
En ce qui concerne la LED de la collection, l'ordre de grandeur de I est de 20 à 30 mA.

5. EXPLOITATION

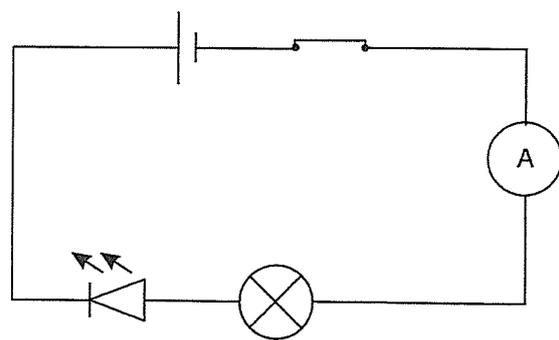
5.1.

| Manipulation | Éclat | I (mA) | |
|--------------|---|--------|-----|
| 4.2 | LED: fort L ₁ : très faible | 27 | (1) |
| | | 26,8 | (2) |
| 4.3 | LED: nul L ₁ : nul | 0 | (1) |
| | | 0 | (2) |
| 4.4 | LED: fort L ₁ : très faible | 27 | (1) |
| | | 26,8 | (2) |

5.2.



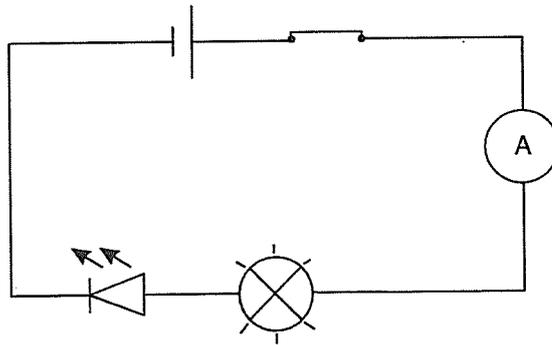
Montage correspondant à la manipulation 4.2



Montage correspondant à la manipulation 4.3

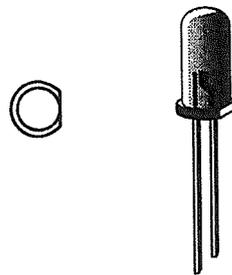
(1) Mesures effectuées à l'aide de l'ampèremètre analogique présenté à la fiche 4.

(2) Mesures effectuées à l'aide du multimètre à affichage numérique présenté à la fiche 5.



Montage correspondant à la manipulation 4.4

5.3.



Le méplat correspond à la borne négative de la LED.

7. EXPLOITATION (suite)

| Manipulation | Éclat |
|--------------|--|
| 6.3 | LED: intermittent L_1 : nul |
| 6.4 | LED: intermittent, mais d'apparence continue en raison de la persistance rétinienne L_1 : faible, puis de plus en plus fort |
| 6.5 | LED: intermittent L_1 : nul |
| 6.6 | LED: intermittent, mais d'apparence continue en raison de la persistance rétinienne L_1 : faible, puis de plus en plus fort |

7.2. Une diode électroluminescente permet de déceler le type de tension fournie par un générateur.

S'il s'agit d'une tension alternative, la LED brille quel que soit son sens de raccordement au générateur (s'il s'agit d'un générateur fournissant une tension alternative de très basse fréquence, la LED clignote).

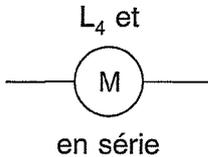
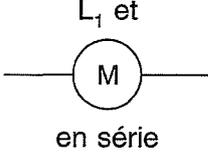
S'il s'agit d'un générateur de tension continue ou redressée, la LED brille uniquement lorsqu'elle est connectée au générateur dans le sens passant.

FICHE N° 16

MOTEUR ALIMENTÉ PAR UNE TENSION CONTINUE

5. EXPLOITATION

5.1.

| Manipulation | Montage | Éclat de l'ampoule lors de la fermeture du circuit | Éclat de l'ampoule en régime permanent | Le moteur | |
|--------------|---|--|--|-----------|---------------|
| | | | | tourne | ne tourne pas |
| 4.2 |  | très intense | faible | X | |
| 4.5 |  | faible | faible | | X |

5.2. Le moteur ne tourne que lorsqu'il est branché en série avec l'ampoule L_4 (manipulation 4.2). Dans le second montage, l'intensité du courant parcourant le circuit est (très) faible et le moteur ne tourne pas.

5.3. L'ampoule L_4 éclaire plus fort lors de la fermeture du circuit que lorsque le régime permanent s'est établi. À la fermeture du circuit, la vitesse de rotation du moteur est nulle, puis elle croît. L'intensité du courant qui circule alors dans le circuit est plus grande que lorsque le moteur tourne en régime permanent*.

* La tension contre-électromotrice E' d'un moteur dépend de sa vitesse de rotation: plus la vitesse est grande, plus sa tension contre-électromotrice est grande. Or:

$$I = \frac{E - E'}{(R_{L_4} + r_{\text{mot}} + r_{\text{pile}})}$$

Par conséquent, en régime permanent, E' est plus grand que juste après la fermeture du circuit, ce qui entraîne une diminution de I , les autres grandeurs restant constantes.

5.4. Lorsqu'on empêche le moteur de tourner, l'ampoule L_4 éclaire très fort. En effet, l'intensité du courant qui circule dans le circuit est plus élevée que lorsque le moteur tourne. Celui-ci se comporte comme un récepteur purement calorifique (simple résistance) parcouru par un courant dont l'intensité est nettement supérieure à l'intensité habituellement tolérée*.

5.5. L'ampoule L_1 éclaire de la même façon lors de la fermeture du circuit et par la suite. L'intensité du courant est faible et le moteur ne tourne pas. Dans ce cas, le moteur arrêté se comporte comme un récepteur purement calorifique (une résistance): il transforme uniquement en chaleur l'énergie électrique qu'il reçoit.

* La tension contre-électromotrice E' d'un moteur est nulle si on l'empêche de tourner. Dans ce cas:

$$I = \frac{E}{(R_{L_4} + r_{\text{mot}} + r_{\text{pile}})}$$

Si le moteur est bloqué trop longtemps, ce courant d'intensité élevée risque de détériorer, par effet Joule, les enroulements du moteur.

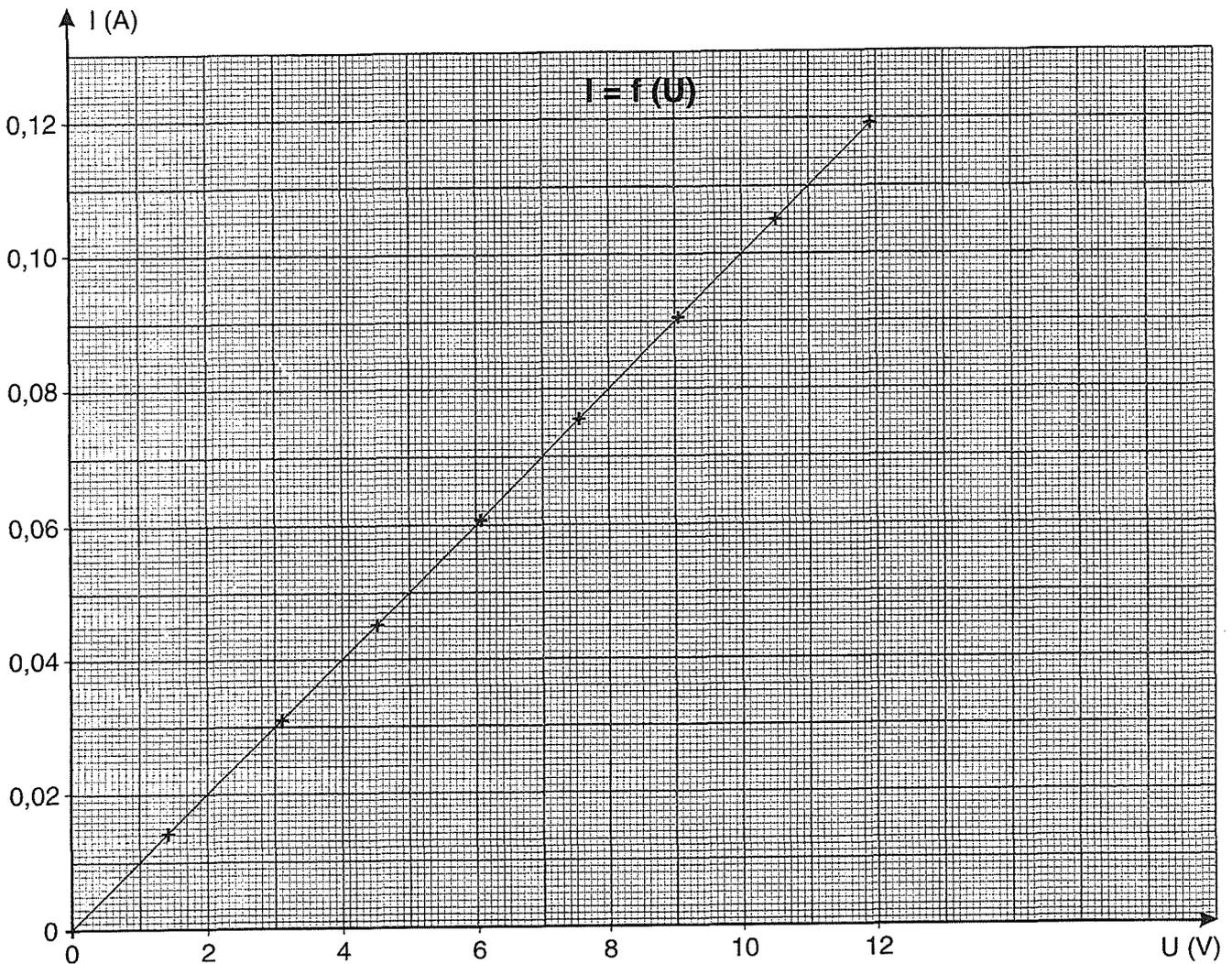
FICHE N° 17
LOI D'OHM

5. EXPLOITATION

5.1.

| Générateurs utilisés | U (V) | I (A) |
|---|--------------|--------------|
| 1 pile de 1,5 V | 1,42 | 0,014 |
| 2 piles de 1,5 V | 3,10 | 0,031 |
| 1 pile de 4,5 V | 4,52 | 0,045 |
| 1 pile de 1,5 V et 1 pile de 4,5 V | 6,07 | 0,061 |
| 1 pile de 4,5 V et 2 piles de 1,5 V | 7,55 | 0,076 |
| 2 piles de 4,5 V | 9,05 | 0,090 |
| 2 piles de 4,5 V et 1 pile de 1,5 V | 10,5 | 0,105 |
| 2 piles de 4,5 V et 2 piles de 1,5 V | 11,91 | 0,119 |

5.2.



5.3. On peut tracer une droite parmi l'ensemble des points expérimentaux. La droite passe par l'origine. Le rapport $\frac{I}{U}$ est constant (aux incertitudes de mesure près); les grandeurs I et U sont directement proportionnelles.

5.4. Coefficient de direction de la droite: $\frac{0,09}{9,0} = 0,01 \left(\frac{A}{V} \right)$

Conductance $G = 0,01 \left(\frac{A}{V} \right)$

5.5. Résistance $R = 100 \left(\frac{A}{V} \right) = 100 (\Omega)$

Remarque

Il peut être intéressant de montrer que le conducteur servant de «résistance chauffante» dans un grille-pain, un gaufrier, un sèche-cheveux, une friteuse... obéit à la loi d'Ohm pour autant que ce conducteur soit soumis à une basse tension (tension inférieure à 24 V). La mise en évidence de cette loi peut se faire soit en retirant la résistance d'un appareil hors d'usage et en la connectant ensuite à un générateur, soit en raccordant directement au générateur le cordon électrique de l'appareil (dans ce cas, ne pas oublier de fermer le circuit via l'interrupteur ou le thermostat de l'appareil concerné).

FICHE N° 18

**THERMISTOR À COEFFICIENT
DE TEMPÉRATURE NÉGATIF**

5. EXPLOITATION

5.1.

| Manipulation | Éclat de l'ampoule | I (mA) |
|---------------------------------|--------------------|--------|
| 4.2 avant le chauffage | faible | 22,3 |
| 4.3 pendant le chauffage | fort | 45,0 |
| 4.5 après le refroidissement | faible | 22,3 |
| 4.7 avant le chauffage | faible | 22,3 |
| 4.8 pendant le chauffage | fort | 46,0 |
| 4.9 après le refroidissement | faible | 22,3 |

5.2. Non, un thermistor placé dans un circuit ne permet pas de déceler le type de tension fournie par un générateur. En effet, le sens du courant qui traverse le thermistor n'influence en rien le comportement du circuit dans lequel il est inséré: l'intensité du courant et l'éclat de l'ampoule ne sont pas modifiés par une inversion du sens du courant aux bornes du thermistor.

5.3. Si la température du thermistor augmente, sa résistance diminue. En effet, l'intensité du courant circulant dans le circuit est plus grande lorsque le thermistor est chaud que lorsqu'il est froid. C'est la diminution («variation négative») de la résistance du thermistor lorsque sa température augmente qui justifie l'appellation «thermistor à coefficient de température négatif».

5.4. Si le thermistor était plongé dans un mélange d'eau et de glace, l'éclat de l'ampoule serait très faible, voire inexistant. La résistance du thermistor est alors plus grande qu'à la température de la pièce et l'intensité du courant nettement inférieure à l'intensité nominale de l'ampoule (ici, 50 mA).

5.5. Les thermistors sont utilisés dans des dispositifs de détection d'échauffement anormal (prévention des incendies), dans des dispositifs de détection de refroidissement gênant (prévention des dégâts dus au gel), dans les circuits des thermomètres et des thermostats d'ambiance électroniques,...

FICHE N° 19
PHOTORÉSISTOR

5. EXPLOITATION

5.1.

| Manipulation | Éclat de la LED | I (mA) |
|---------------------------|-----------------|--------|
| 4.3 dans l'obscurité | très faible | 0,15 |
| 4.5 éclairage moyen | fort | 8,70 |
| 4.7 éclairage intense | fort | 19,80 |
| 4.9 dans l'obscurité | très faible | 0,15 |
| 4.10 éclairage moyen | fort | 8,60 |
| 4.11 éclairage intense | fort | 19,90 |

5.2. Non, un photorésistor placé dans un circuit ne permet pas de déceler le type de tension fournie par un générateur. En effet, le sens du courant qui traverse le photorésistor n'influence en rien le comportement du circuit dans lequel il est inséré: l'intensité du courant et l'éclat de la LED ne sont pas modifiés par une inversion du sens du courant aux bornes du photorésistor.

5.3. Si l'éclairement du photorésistor augmente, sa résistance diminue. En effet, l'intensité du courant circulant dans le circuit est plus grande lorsque le photorésistor est fortement éclairé que lorsqu'il est maintenu dans l'obscurité.

5.4. Les photorésistors sont utilisés dans des dispositifs de commande automatique d'éclairage, dans des dispositifs de détection de coupure d'un faisceau lumineux,...

FICHE N° 20

**TRACÉ DE CARACTÉRISTIQUES
D'UN THERMISTOR À COEFFICIENT
DE TEMPÉRATURE NÉGATIF**

5. EXPLOITATION

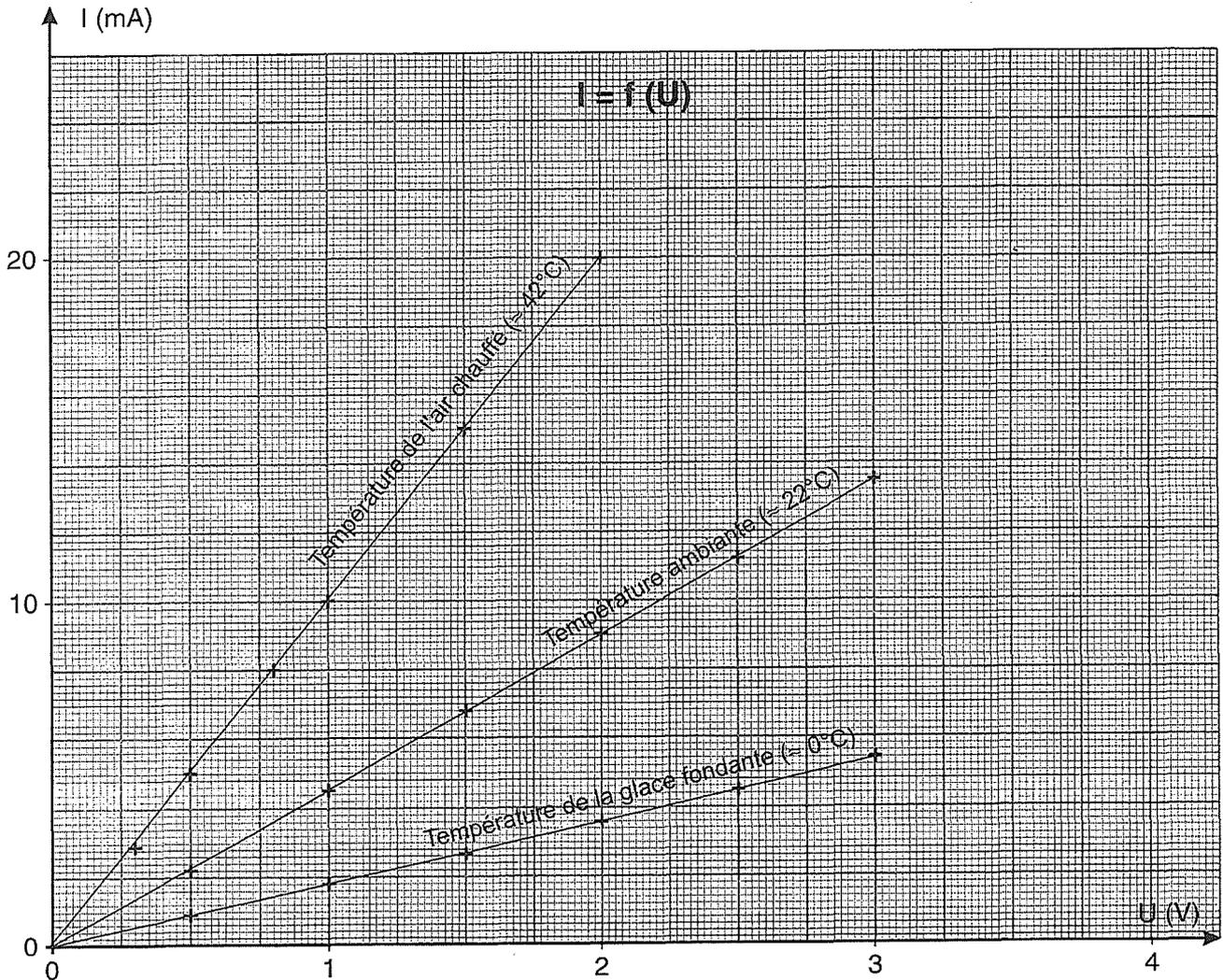
5.1.

| À la température ambiante | | À la température de la glace fondante | | À la température de l'air chauffé | |
|---------------------------|--------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|
| U (V) | I (mA) | U (V) | I (mA) | U (V) | I (mA) |
| 0,00 | 0,0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| 0,50 | 2,2 | 0,50 | 0,90 | 0,30 | 2,9 |
| 1,00 | 4,4 | 1,00 | 1,80 | 0,50 | 5,0 |
| 1,50 | 6,7 | 1,50 | 2,67 | 0,80 | 8,0 |
| 2,00 | 8,9 | 2,00 | 3,58 | 1,00 | 10,0 |
| 2,50 | 11,2 | 2,50 | 4,49 | 1,50 | 15,0 |
| 3,00 | 13,7 | 3,00 | 5,41 | 2,00 | 20,1 |

Remarque

La limitation de la puissance dissipée à 50 mW est due au fait qu'au-delà de cette puissance, les mesures ne sont plus stables, l'échauffement du thermistor par effet Joule devenant de plus en plus important.

5.2.



5.3. L'analyse du graphique permet d'affirmer que, pour une même tension U appliquée aux bornes du thermistor, l'intensité du courant qui le traverse est croissante si la température augmente. **La conductance électrique de celui-ci augmente avec la température ou, en d'autres termes, sa résistance électrique diminue avec la température**, ce que confirment les calculs qui suivent.

Coefficients de direction des droites obtenues:

- à la température de la glace fondante:

$$\frac{\Delta I}{\Delta U} = \frac{0,005}{2,75} = 1,8 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{A}}{\text{V}} \right) = 1,8 \cdot 10^{-3} (\Omega^{-1})$$

- à la température ambiante:

$$\frac{\Delta I}{\Delta U} = \frac{0,010}{2,25} = 4,4 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{A}}{\text{V}} \right) = 4,4 \cdot 10^{-3} (\Omega^{-1})$$

- à la température de l'air chauffé:

$$\frac{\Delta I}{\Delta U} = \frac{0,015}{1,50} = 10,0 \cdot 10^{-3} \left(\frac{\text{A}}{\text{V}} \right) = 10,0 \cdot 10^{-3} (\Omega^{-1})$$

5.4. Résistances du thermistor:

- à la température de la glace fondante:

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1}{1,8 \cdot 10^{-3}} = 555 \text{ } (\Omega)$$

- à la température ambiante:

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1}{4,4 \cdot 10^{-3}} = 225 \text{ } (\Omega)$$

- à la température de l'air chauffé:

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1}{10,0 \cdot 10^{-3}} = 100 \text{ } (\Omega)$$

Remarque: Il est possible de mesurer la résistance du thermistor directement à l'aide d'un ohmmètre et ce à différentes températures (relevées à l'aide d'un thermomètre placé près du composant).

5.5. Ce qu'on appelle un **thermistor** est un résistor dont la résistance diminue lorsque sa température augmente.

INFORMATIONS

1. Parmi les caractéristiques fournies par le constructeur figure l'appellation CTN de 220 Ω , CTN signifiant **C**oefficient de **T**empérature **N**égatif et 220 Ω représentant la résistance du composant à 25°C (température de référence).
2. Le thermistor entre dans la catégorie des **dipôles symétriques non linéaires**. L'appellation «symétrique» est due au fait qu'une inversion de polarité à ses bornes ne modifie en rien son comportement dans un circuit. L'appellation «non linéaire», quant à elle, fait référence à l'allure de sa caractéristique, qui n'est linéaire que pour de faibles puissances dissipées (domaine auquel nous avons limité la présente manipulation).

FICHE N° 21

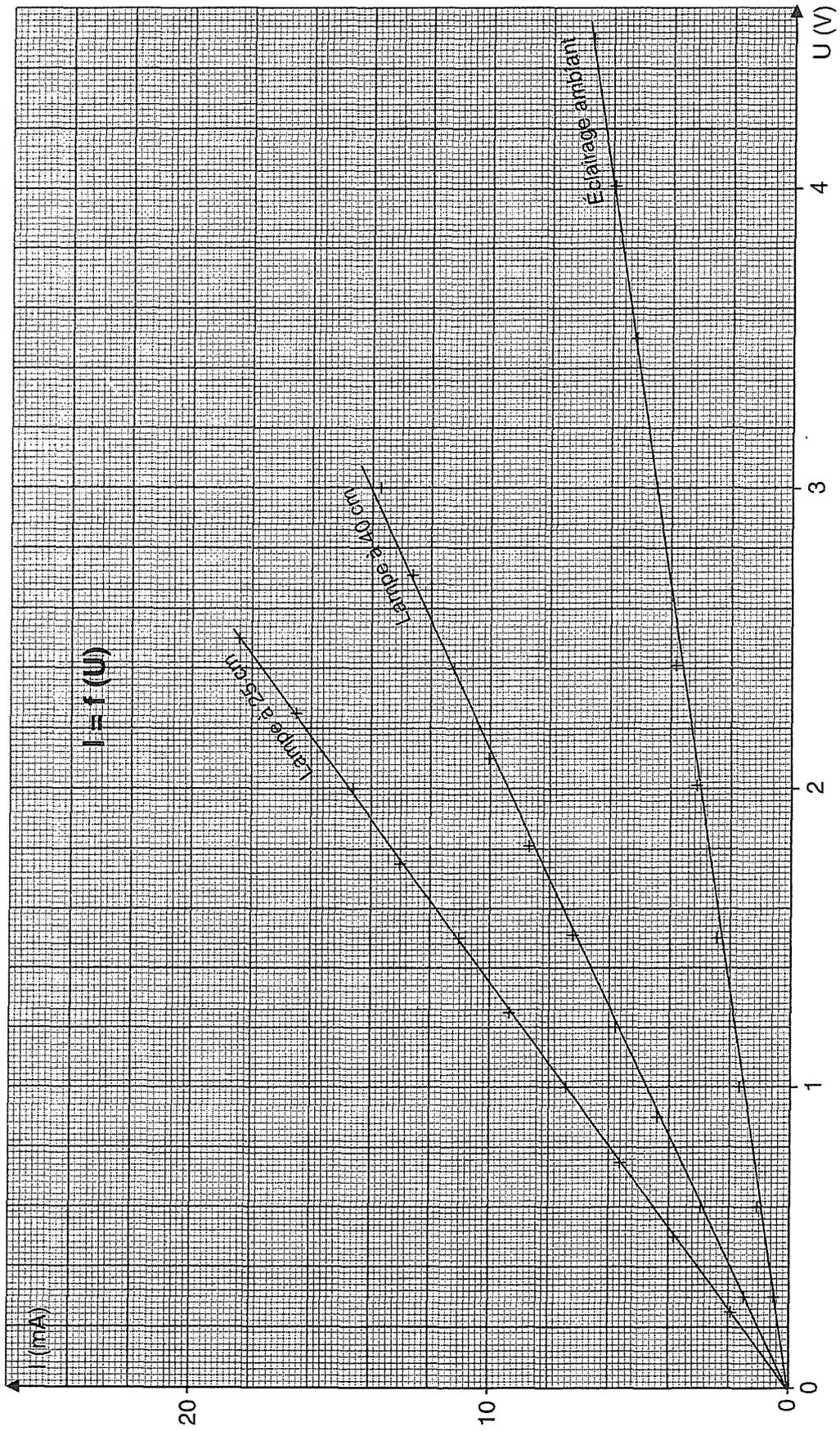
**TRACÉ DE CARACTÉRISTIQUES
D'UN PHOTORÉSISTOR**

5. EXPLOITATION

5.1.

| Éclairage ambiant | | Lampe à 40 cm | | Lampe à 25 cm | |
|-------------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| U (V) | I (mA) | U (V) | I (mA) | U (V) | I (mA) |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| 0,30 | 0,51 | 0,30 | 1,48 | 0,25 | 1,9 |
| 0,60 | 1,07 | 0,60 | 2,92 | 0,50 | 3,8 |
| 1,00 | 1,69 | 0,90 | 4,36 | 0,75 | 5,6 |
| 1,50 | 2,42 | 1,20 | 5,76 | 1,00 | 7,4 |
| 2,01 | 3,14 | 1,51 | 7,20 | 1,25 | 9,3 |
| 2,50 | 3,81 | 1,81 | 8,66 | 1,50 | 11,0 |
| 3,00 | 4,46 | 2,10 | 10,01 | 1,75 | 13,0 |
| 3,50 | 5,17 | 2,40 | 11,20 | 2,00 | 14,6 |
| 4,01 | 5,92 | 2,71 | 12,61 | 2,25 | 16,5 |
| 4,50 | 6,66 | 3,00 | 13,70 | 2,50 | 18,4 |

5.2.



5.3. L'analyse du graphique permet d'affirmer que, pour une même tension U appliquée aux bornes du photorésistor, l'intensité du courant qui le traverse est croissante si l'éclairement augmente. **La conductance électrique de celui-ci augmente avec l'éclairement ou, en d'autres termes, sa résistance électrique diminue avec l'éclairement**, ce que confirment les calculs qui suivent.

Coefficients de direction des droites obtenues:

- éclairage ambiant:

$$\frac{\Delta I}{\Delta U} = \frac{0,006}{4} = 1,50 \cdot 10^{-3} \left(\frac{A}{V} \right) = 1,50 \cdot 10^{-3} (\Omega^{-1})$$

- lampe à 40 cm:

$$\frac{\Delta I}{\Delta U} = \frac{0,016}{3,4} = 4,71 \cdot 10^{-3} \left(\frac{A}{V} \right) = 4,71 \cdot 10^{-3} (\Omega^{-1})$$

- lampe à 25 cm:

$$\frac{\Delta I}{\Delta U} = \frac{0,014}{1,9} = 7,37 \cdot 10^{-3} \left(\frac{A}{V} \right) = 7,37 \cdot 10^{-3} (\Omega^{-1})$$

5.4. Résistances du photorésistor:

- éclairage ambiant:

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1}{1,50 \cdot 10^{-3}} = 667 (\Omega)$$

- lampe à 40 cm:

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1}{4,71 \cdot 10^{-3}} = 212 (\Omega)$$

- lampe à 25 cm:

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{1}{7,37 \cdot 10^{-3}} = 136 (\Omega)$$

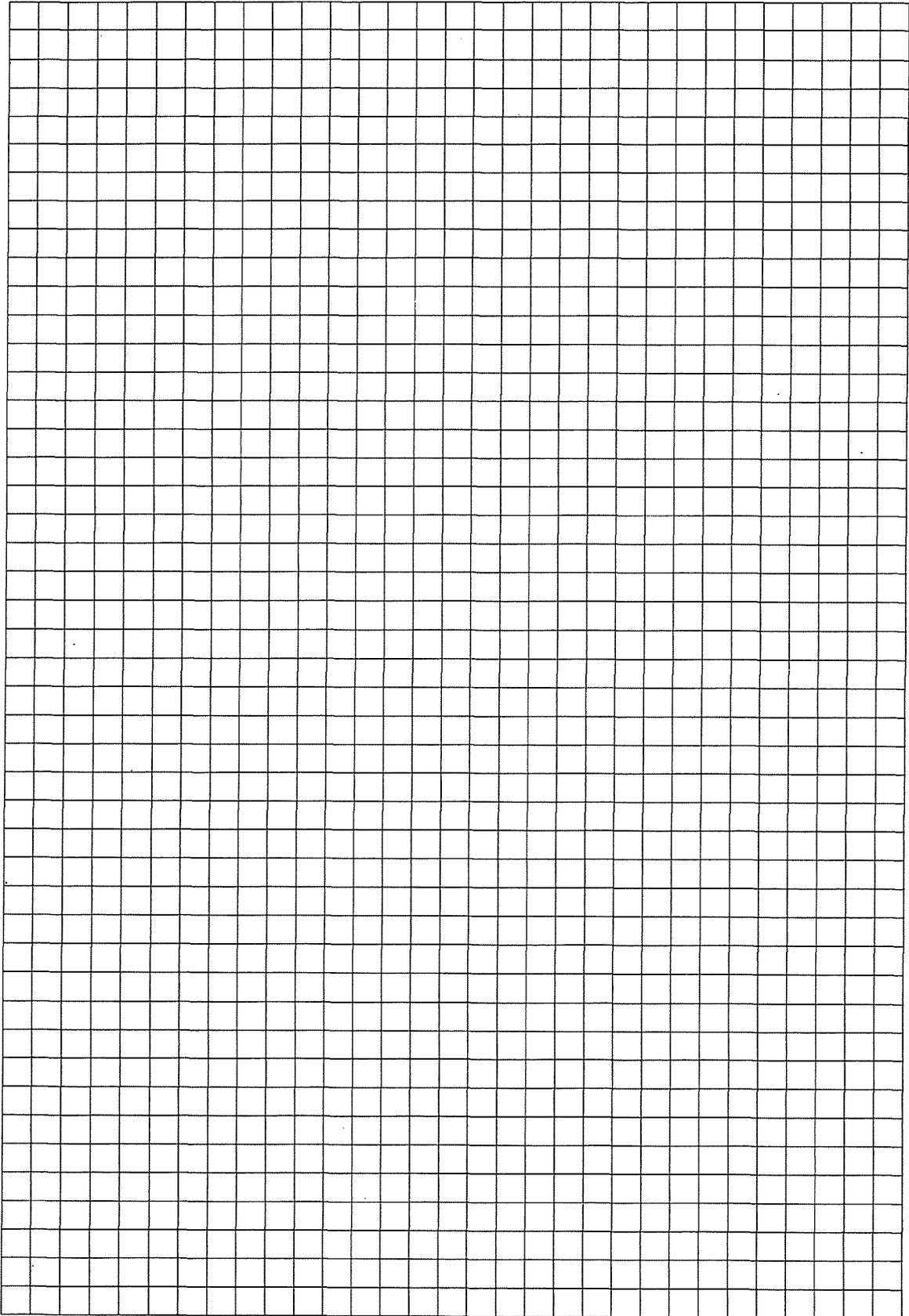
Remarque: Il est possible de mesurer la résistance du photorésistor directement à l'aide d'un ohmmètre et ce pour différents éclairagements.

5.5. Ce qu'on appelle un **photorésistor** est un récepteur purement calorifique (autrement dit, un résistor) dont la résistance diminue lorsque l'éclairement augmente.

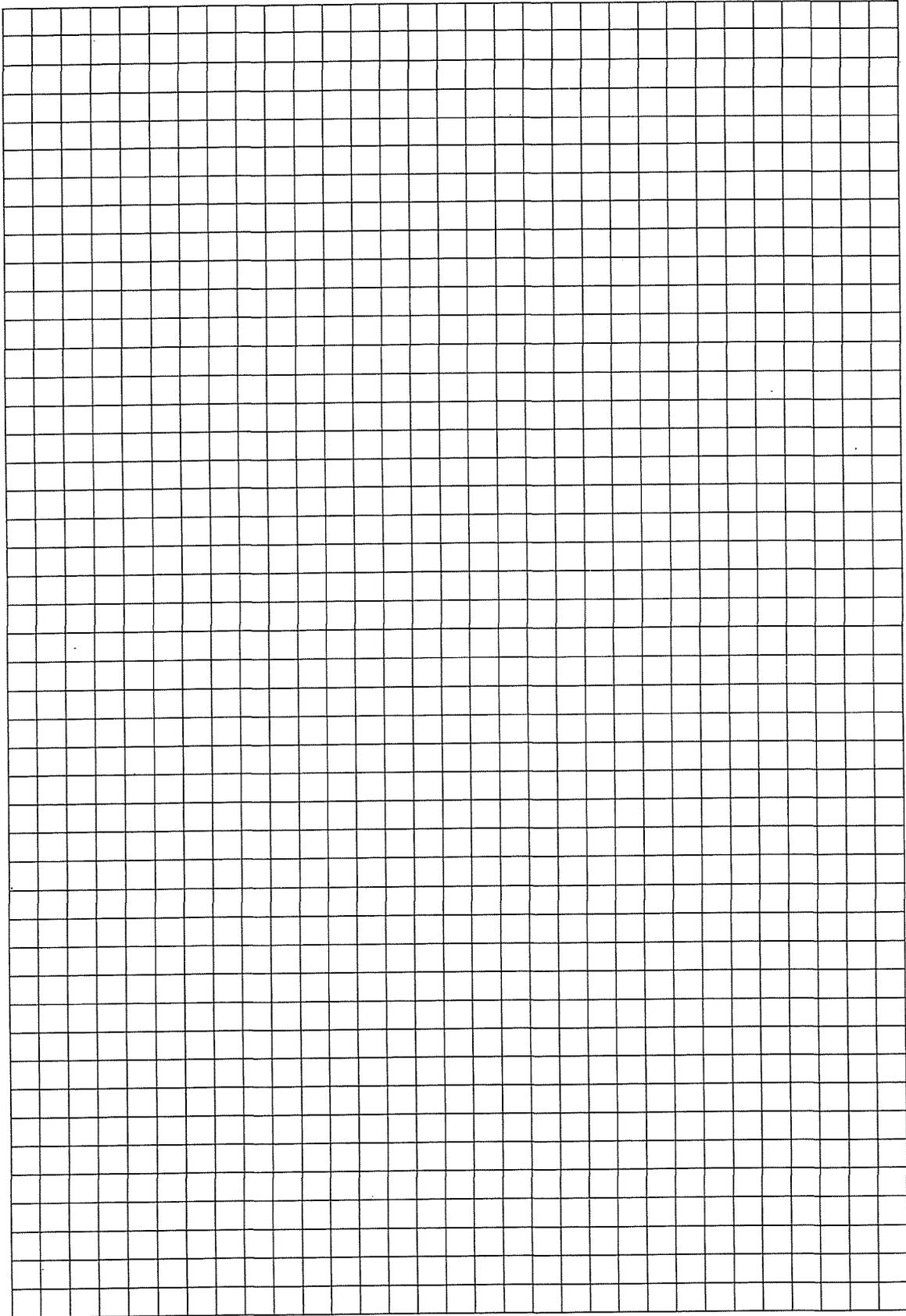
INFORMATIONS

1. Parmi les caractéristiques fournies par le constructeur figurent, d'une part, l'appellation LDR signifiant **Light Dependent Resistor** et, d'autre part, deux ou trois valeurs de la résistance du composant à des éclairagements de référence différents (exprimés en lux).
2. Le photorésistor entre dans la catégorie des **dipôles symétriques non linéaires**. L'appellation «symétrique» est liée au fait qu'une inversion de polarité à ses bornes ne modifie en rien son comportement dans un circuit. L'appellation «non linéaire», quant à elle, fait référence à l'allure de sa caractéristique qui n'est linéaire que pour de faibles puissances dissipées (domaine auquel nous avons limité la présente manipulation).

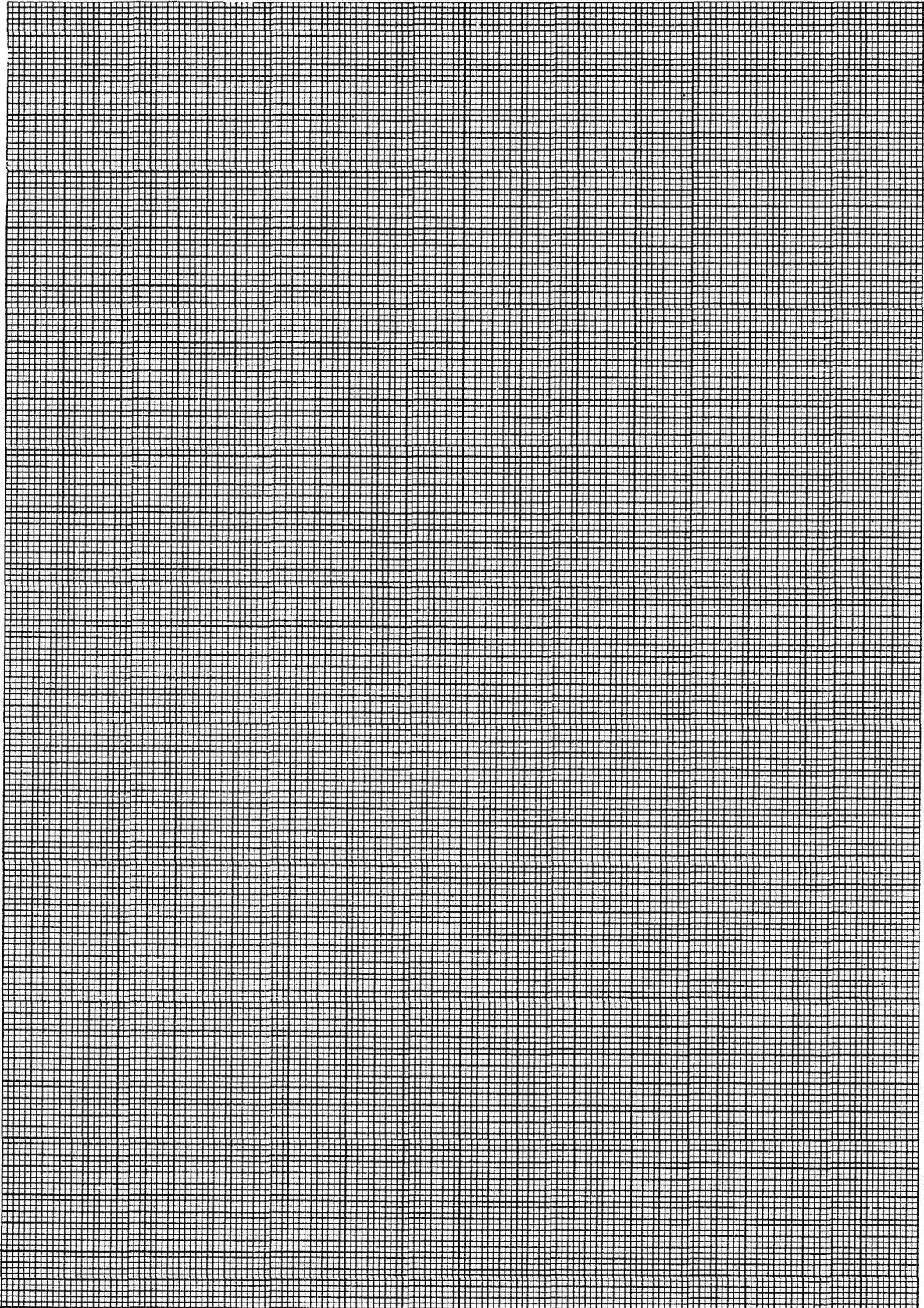
NOTES



NOTES



NOTES



*Cet ouvrage est en vente au Centre technique et pédagogique de
l'Enseignement de la Communauté française,
route de Bavay, 2B, à 7080 Frameries.
Téléphone: (065)66 73 22 — 67 62 61. Fax: (065)66 14 21.*





ÉDITION

CENTRE TECHNIQUE ET PÉDAGOGIQUE
DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE

Service général des Affaires pédagogiques, de la Recherche en pédagogie
et du Pilotage de l'Enseignement de la Communauté française

MANIPULATIONS D'ÉLECTRICITÉ

PROGRAMME DE PHYSIQUE

DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE — DEUXIÈME DEGRÉ

FICHES DE L'ÉLÈVE



MINISTÈRE DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE
Service général des Affaires pédagogiques, de la Recherche en pédagogie
et du Pilotage de l'Enseignement de la Communauté française

MANIPULATIONS D'ÉLECTRICITÉ

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE — DEUXIÈME DEGRÉ

FICHES DE L'ÉLÈVE

DEUXIÈME ÉDITION

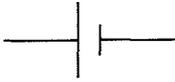
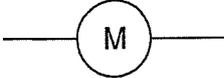
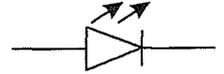
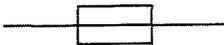
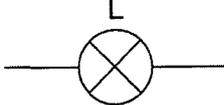
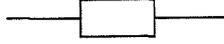
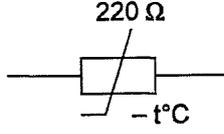
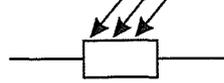
CENTRE TECHNIQUE ET PÉDAGOGIQUE
DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE

ISBN 2-87344-361-8 2^e édition revue et augmentée
(ISBN 2-87344-236-0 1^{re} édition)

©

D/1997/3125/71
(D/1995/3125/17 1^{re} édition)

MATÉRIEL CONTENU DANS LE COFFRET

| Éléments | Symboles |
|---|--|
| 1 pile alcaline 4,5 V dans son boîtier |  |
| 1 pile 1,5 V dans son boîtier | |
| 3 supports pour ampoule (socket ou douille E 10) | |
| 2 interrupteurs |  |
| 2 interrupteurs bidirectionnels |  |
| 1 moteur CC 3 V |  |
| 1 diode électroluminescente (LED) |  |
| 1 porte-fusible |  |
| 1 fusible ou coupe-circuit 10 A |  |
| 3 ampoules L ₁ (6 V; 50 mA ou 0,3 W), repérées par un point de couleur rouge | |
| 3 ampoules L ₂ (3,8 V; 300 mA ou 1,14 W), repérées par un point de couleur bleue | |
| 1 ampoule L ₃ (6 V; 500 mA ou 3 W), repérée par un point de couleur blanche |  |
| 1 ampoule L ₄ (2,2 V; 0,4 A ou 0,88 W) | |
| 1 résistor |  |
| 1 thermistor (CTN) |  |
| 1 photorésistor |  |
| 1 mine de crayon | |
| 1 tige métallique | |
| 2 pinces crocodiles | |
| Fil fusible | |
| 8 fils de connexion de 30 cm de longueur | |

} En option

LISTE DES MANIPULATIONS

| | | |
|-----------------|--|----|
| Fiche 1 | : Conducteurs et isolants..... | 5 |
| Fiche 2 | : Utilisation d'un voltmètre à aiguille (analogique) Mesure de tensions | 8 |
| Fiche 3 | : Utilisation d'un multimètre à affichage numérique Mesure de tensions | 10 |
| Fiche 4 | : Utilisation d'un ampèremètre à aiguille (analogique) Mesure d'intensités de courant | 14 |
| Fiche 5 | : Utilisation d'un multimètre à affichage numérique Mesure d'intensités de courant | 16 |
| Fiche 6 | : Intensité du courant dans un circuit..... | 21 |
| Fiche 7 | : Montages en série d'ampoules identiques..... | 23 |
| Fiche 8 | : Montages en série d'ampoules identiques..... Mesure des tensions et des intensités de courant | 26 |
| Fiche 9 | : Montages en parallèle d'ampoules identiques..... | 28 |
| Fiche 10 | : Montages en parallèle d'ampoules identiques..... Mesure des tensions et des intensités de courant | 30 |
| Fiche 11 | : Montages en série d'ampoules de caractéristiques différentes..... | 33 |
| Fiche 12 | : Montages en parallèle d'ampoules de caractéristiques différentes..... | 36 |
| Fiche 13 | : Court-circuit et coupe-circuit..... | 39 |
| Fiche 14 | : Allumage double direction ou bidirectionnel..... | 42 |
| Fiche 15 | : Diode électroluminescente..... | 45 |
| Fiche 16 | : Moteur alimenté par une tension continue..... | 48 |
| Fiche 17 | : Loi d'Ohm..... | 50 |
| Fiche 18 | : Thermistor à coefficient de température négatif..... | 54 |
| Fiche 19 | : Photorésistor..... | 57 |
| Fiche 20 | : Tracé de caractéristiques d'un thermistor à coefficient de température négatif... | 60 |
| Fiche 21 | : Tracé de caractéristiques d'un photorésistor..... | 62 |

FICHE N° 1
CONDUCTEURS ET ISOLANTS

1. BUT DE LA MANIPULATION

Étudier le comportement de différents matériaux intercalés dans un circuit électrique.

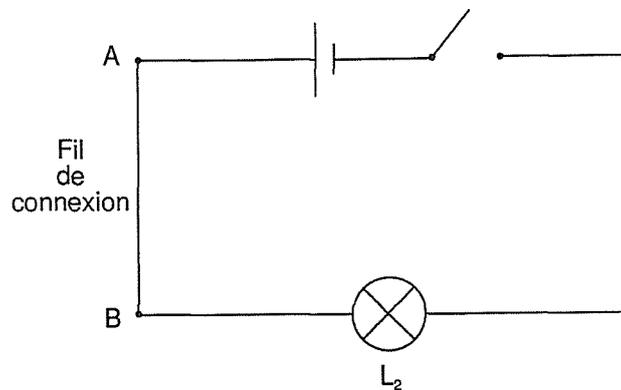
2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 ampoule L_2 (3,8 V, 300 mA), repérée par un point de couleur bleue, et son support
- 1 mine de crayon (poudre de graphite agglomérée)
- 1 tige métallique
- 1 interrupteur
- 2 pinces crocodiles
- Fils de connexion

+ Éléments ne figurant pas dans le coffret:

- objet en plastique (règle,...)
- sel de cuisine (chlorure de sodium)
- cuvette contenant de l'eau déminéralisée

3. MONTAGE



4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 1.1.

4.2. Fermer le circuit. Apprécier et noter l'éclat de l'ampoule.

4.3. Ouvrir le circuit.

4.4. Remplacer le fil de connexion entre les points A et B par une mine de crayon d'environ 12 cm. Utiliser les pinces crocodiles pour assurer le contact entre la mine de crayon et le reste du circuit. Placer les pinces à environ 10 cm l'une de l'autre.

4.5. Reprendre les points 4.2 et 4.3.

4.6. Remplacer la mine de crayon par une cuvette contenant de l'eau déminéralisée. Attacher les pinces crocodiles de part et d'autre de la cuvette et veiller à ce que ces pinces soient en contact avec l'eau.

4.7. Reprendre les points 4.2 et 4.3.

4.8. Saler l'eau.

4.9. Reprendre les points 4.2 et 4.3.

4.10. Remplacer la cuvette contenant l'eau salée par une tige métallique.

4.11. Reprendre les points 4.2 et 4.3.

4.12. Enfin, remplacer la tige métallique par un objet en plastique.

4.13. Reprendre les points 4.2 et 4.3.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les résultats dans un tableau de synthèse semblable à celui-ci:

| Matériau entre A et B | Éclat de l'ampoule |
|-----------------------|--------------------|
| Fil de connexion | |
| Mine de crayon | |
| Eau déminéralisée | |
| Eau salée | |
| Tige métallique | |
| Objet en plastique | |

5.2. D'après l'éclat de l'ampoule, classer les différents matériaux, du meilleur conducteur au moins bon.

5.3. Quelle doit être la caractéristique commune aux différentes parties d'un circuit pour qu'un courant puisse y circuler?

6. MANIPULATION (suite)

6.1. Réaliser le montage de la figure 1.1 en remplaçant le fil de connexion entre les points A et B par une mine de crayon comme indiqué au point 4.4.

6.2. Reprendre le point 4.2.

6.3. Rapprocher progressivement les pinces crocodiles l'une de l'autre et noter l'éclat de l'ampoule.

7. EXPLOITATION (suite)

7.1. Présenter les résultats dans un tableau de synthèse semblable à celui-ci:

| Longueur de la mine de crayon entre les pinces (cm) | Éclat de l'ampoule |
|---|--------------------|
| 10 | |
| 6 | |
| 2 | |

7.2. Dans quel cas le tronçon de la mine de crayon est-il le meilleur conducteur?

FICHE N° 2

UTILISATION D'UN VOLTMÈTRE À AIGUILLE (ANALOGIQUE) MESURE DE TENSIONS

1. BUT DE LA MANIPULATION

Placer correctement un voltmètre entre deux points d'un circuit et mesurer la tension qui règne entre ces deux points. Sélectionner le calibre de l'appareil qui permet la mesure la plus précise.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 pile de 1,5 V
- Fils de connexion
- 1 voltmètre à aiguille et ses adaptateurs

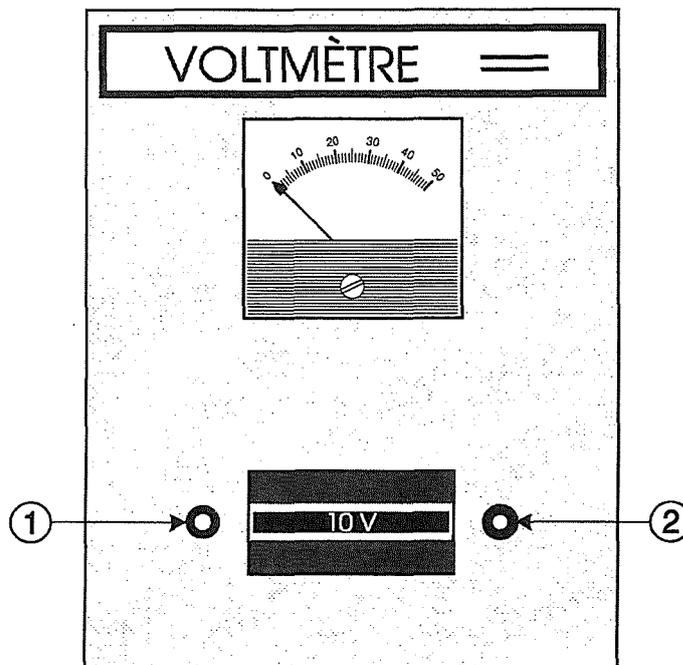


Figure 2.1

3. MANIPULATION

3.1. Classer les différents adaptateurs suivant la valeur de la tension qui y est indiquée, de la plus grande valeur à la plus petite. Ces valeurs sont appelées **calibres** du voltmètre. **Si le calibre du voltmètre est 10 V, l'ensemble de sa graduation correspond à 10 V.** On dit, dans ce cas, que le voltmètre permet de mesurer une tension de **10 V à fond d'échelle**. On estime l'incertitude affectant la mesure effectuée à une graduation du cadran. Pour le calibre 10 V, une graduation correspond à 0,2 V.

3.2. Sélectionner l'adaptateur correspondant au calibre 10 V; l'enficher sur le voltmètre.

3.3. Connecter le voltmètre à la pile de 4,5 V en ayant soin de raccorder la borne positive de la pile à la borne rouge du voltmètre (borne 1 de la fig. 2.1) et la borne négative de la pile à la borne noire du voltmètre (borne 2 de la fig. 2.1).

3.4. Mesurer la tension en ayant soin d'estimer l'incertitude affectant la mesure et noter leur valeur.

3.5. Remplacer l'adaptateur de 10 V par celui de 5 V et recommencer le point 3.4.

3.6. Reprendre les points 3.2, 3.3, 3.4 et 3.5 en remplaçant la pile de 4,5 V par celle de 1,5 V.

4. EXPLOITATION

4.1. Présenter les résultats (points 3.4, 3.5 et 3.6) dans un tableau de synthèse semblable à celui-ci:

| Calibre | Tension aux bornes de la pile de 4,5 V | Tension aux bornes de la pile de 1,5 V |
|---------|--|--|
| 10 V | ± | ± |
| 5 V | ± | ± |

4.2. Pour chacune des piles, les lectures sont-elles compatibles quand on change de calibre?

4.3. Dans quel cas la lecture est-elle la plus précise? Quelle conclusion pouvez-vous en tirer quant au choix du calibre?

5. REMARQUE

Lors des mesures de tensions, on commence toujours par enficher l'adaptateur correspondant au calibre le plus élevé. On affine ensuite les mesures en choisissant d'autres adaptateurs (par exemple, successivement 10 V, 5 V, 1 V, 0,5 V). **En aucun cas, l'aiguille du voltmètre ne doit se déplacer au-delà de la graduation extrême de l'appareil (destruction de ce dernier!).**

FICHE N° 3

UTILISATION D'UN MULTIMÈTRE À AFFICHAGE NUMÉRIQUE MESURE DE TENSIONS

1. BUT DE LA MANIPULATION

Placer correctement un multimètre utilisé en voltmètre entre deux points d'un circuit et lire la tension qui règne entre ces deux points. Sélectionner le calibre du voltmètre qui permet la mesure la plus précise.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 pile de 1,5 V
- Fils de connexion
- 1 multimètre à affichage numérique et son manuel d'utilisation

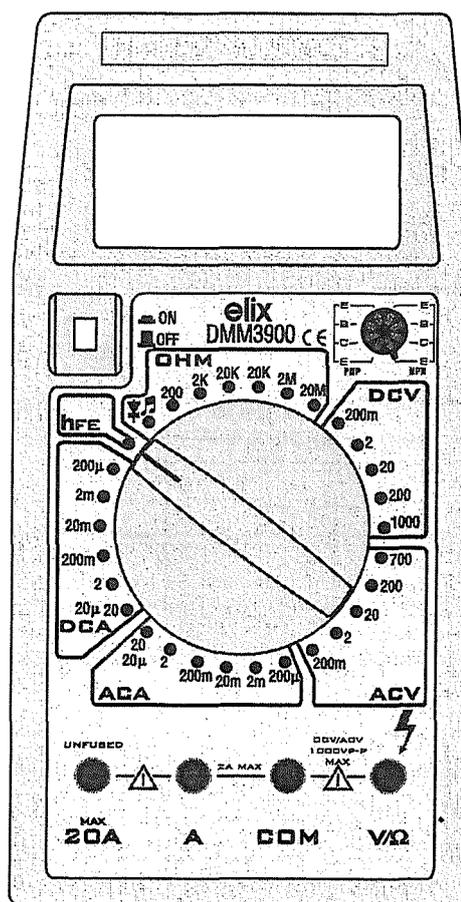


Figure 3.1

3. MANIPULATION

3.1. Relier le câble noir à la douille COM et le câble rouge à la douille V/Ω.

3.2. Placer le sélecteur central sur la gamme DCV et sélectionner le calibre 200 V.

3.3. Connecter le voltmètre à la pile de 4,5 V en ayant soin de raccorder la borne positive de la pile à la borne rouge du voltmètre et la borne négative de la pile à la borne noire du voltmètre.

3.4. Mettre le voltmètre en service (ON). Mesurer la tension et noter sa valeur.

3.5. Placer le sélecteur central sur le calibre 20 V.

3.6. Mesurer la tension et noter sa valeur.

3.7. Placer le sélecteur central sur le calibre 2 V.

3.8. Noter l'indication affichée.

3.9. Revenir au calibre 20 V et inverser les connexions aux bornes de la pile.

3.10. Mesurer la tension et noter sa valeur.

3.11. Reprendre les points 3.3 à 3.10 en remplaçant la pile de 4,5 V par celle de 1,5 V.

4. EXPLOITATION

4.1. Présenter les résultats (points 3.4, 3.6, 3.8 et 3.10) dans un tableau de synthèse semblable à celui-ci:

| Calibre | Tension aux bornes de la pile de 4,5 V | Tension aux bornes de la pile de 1,5 V |
|--|--|--|
| 200 V | | |
| 20 V | | |
| 2 V | | |
| 20 V (connexions inversées aux bornes de la pile) | | |

4.2. Avancer une explication quant à la signification des indications affichées aux points 3.8 et 3.10. en vous aidant éventuellement du manuel d'utilisation de l'appareil.

4.3. Combien de chiffres l'affichage du multimètre comporte-t-il? Quel calibre doit-on utiliser pour obtenir la lecture la plus précise?

Remarque

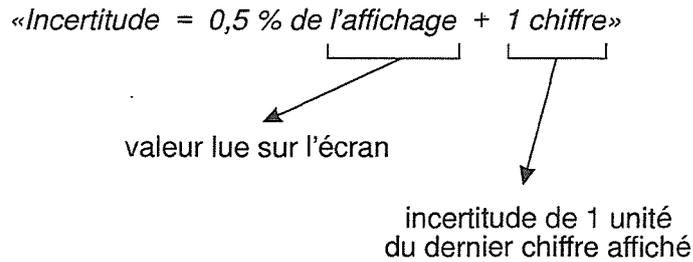
Si la gamme de mesure n'est pas connue à l'avance, veiller à ce que le sélecteur soit toujours positionné d'abord sur le calibre le plus élevé avant de passer à des calibres de plus en plus faibles jusqu'à ce que la lecture soit comprise entre le calibre choisi et le calibre immédiatement inférieur.

4.4. Il existe des multimètres de laboratoire beaucoup plus coûteux que celui que vous utilisez. Ils affichent des mesures plus précises que les vôtres. Comment peut-on estimer la «précision» des mesures effectuées avec un multimètre à affichage numérique? Quelle confiance accorder au(x) dernier(s) chiffre(s) affiché(s)? Pour répondre à ces questions, aborder le point suivant.

5. ESTIMATION DE L'INCERTITUDE ET DU NOMBRE DE CHIFFRES À RETENIR

Le constructeur fournit avec l'appareil des indications permettant d'estimer l'incertitude affectant les mesures effectuées sur chacun des calibres.

Exemple: dans le cas du multimètre ELIX DMM 3900, le manuel d'utilisation nous apprend que, pour le calibre 20 V:



L'incertitude affectant la mesure de la tension aux bornes de la pile doit être estimée en trois étapes:

1°) **Prendre 0,5 % de la valeur lue** (dans notre cas: 4,42 V) sans retenir de chiffre de rang supérieur à celui du dernier chiffre affiché (ici, le centième). Noter cette quantité $\Delta_1 U$. On obtient alors:

$$\Delta_1 U = 0,5 \times 10^{-2} \times 4,42 = 0,02 \text{ V}$$

2°) **Tenir compte de l'incertitude de 1 unité du dernier chiffre affiché.** Noter cette quantité $\Delta_2 U$. On obtient alors:

$$\Delta_2 U = 1 \times 0,01 = 0,01 \text{ V}$$

3°) **Calculer l'incertitude ΔU** en additionnant $\Delta_1 U$ et $\Delta_2 U$:

$$\Delta U = \Delta_1 U + \Delta_2 U = 0,02 + 0,01 = 0,03 \text{ V}$$

Remarques

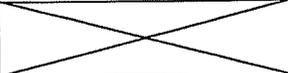
1. Il s'agit d'une incertitude maximale possible: les incertitudes réelles affectant les mesures sont généralement plus faibles.
2. Si l'on veut définir un encadrement de la valeur mesurée ici, on peut écrire:

$$U = (4,42 \pm 0,03) \text{ V} \quad \text{ou} \quad 4,39 \text{ V} \leq U \leq 4,45 \text{ V}$$

6. EXPLOITATION (suite)

6.1. Reprendre les mesures de tension effectuées au point 4.1.

6.2. Sachant que la technique de calcul indiquée par le constructeur est la même sur les trois calibres, définir, pour chaque mesure, l'encadrement à prendre en compte et présenter les résultats sous la forme $U = (\dots \pm \dots) \text{ V}$ dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Calibre | Tension aux bornes de la pile de 4,5 V | Tension aux bornes de la pile de 1,5 V |
|---------|---|--|
| 200 V | ± | ± |
| 20 V | ± | ± |
| 2 V |  | ± |

6.3. Que peut-on conclure quant au choix des calibres à utiliser?

FICHE N° 4

UTILISATION D'UN AMPÈREMÈTRE À AIGUILLE (ANALOGIQUE) MESURE D'INTENSITÉS DE COURANT

1. BUT DE LA MANIPULATION

Placer correctement l'ampèremètre et mesurer l'intensité du courant circulant dans un circuit. Sélectionner le calibre de l'ampèremètre permettant la mesure la plus précise.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 interrupteur
- 1 ampoule L_1 (6 V, 50 mA), repérée par un point de couleur rouge, et son support
- 1 ampèremètre à aiguille et ses adaptateurs
- Fils de connexion

3. MONTAGE

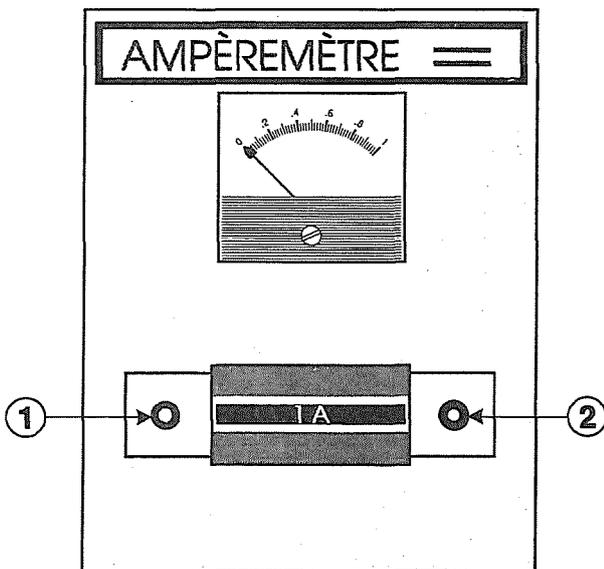


Figure 4.1

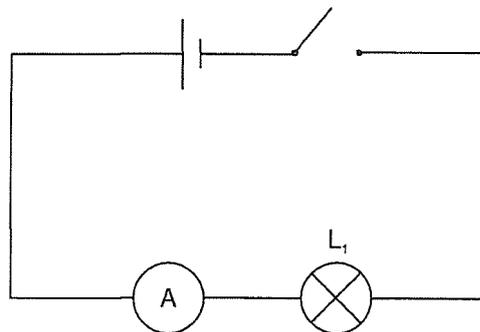


Figure 4.2

4. MANIPULATION

4.1. Classer les différents adaptateurs suivant la valeur de l'intensité qui y est indiquée, de la plus grande valeur à la plus petite. Ces valeurs sont appelées **calibres** de l'ampèremètre. **Si le calibre de l'ampèremètre est 500 mA, l'ensemble de sa graduation correspond à 500 mA.** On dit, dans ce cas, que l'ampèremètre permet de mesurer une intensité de **500 mA à fond d'échelle**. On estime l'incertitude affectant la mesure effectuée à une graduation du cadran. Pour le calibre 500 mA, une graduation correspond à 10 mA.

4.2. Sélectionner l'adaptateur correspondant au calibre le plus élevé; l'enficher sur l'ampèremètre.

4.3. Réaliser le circuit de la figure 4.2 en ayant soin de raccorder la borne positive de la pile à la borne rouge de l'ampèremètre (borne 1 de la fig. 4.1).

4.4. Fermer le circuit. Mesurer l'intensité du courant en ayant soin d'estimer l'incertitude affectant la mesure et noter leur valeur.

4.5. Dessiner le circuit électrique (interrupteur fermé) en indiquant le sens conventionnel du courant ainsi que les bornes rouge (+) et noire (-) de l'ampèremètre.

4.6. Ouvrir le circuit.

4.7. Remplacer l'adaptateur correspondant au calibre 1A successivement par ceux correspondant aux calibres 500 mA, 200 mA, 50 mA et reprendre dans chaque cas le point 4.4.

4.8. Démonter le circuit électrique.

4.9. Représenter le schéma électrique d'un montage qui utilise les mêmes éléments que précédemment **mais où l'ampèremètre est placé** entre l'ampoule et l'interrupteur.

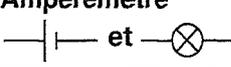
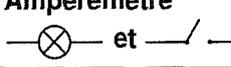
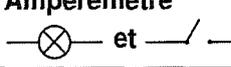
4.10. Indiquer, sur le schéma, le sens conventionnel du courant ainsi que les bornes rouge (+) et noire (-) de l'ampèremètre.

4.11. Réaliser ce circuit. **Attention au sens de connexion de l'ampèremètre!**

4.12. Reprendre les points 4.2, 4.4, 4,6 et 4.7.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les résultats (points 4.4, 4.7 et 4.12) dans un tableau de synthèse semblable à celui-ci:

| Calibre | Ampèremètre entre  et  | Ampèremètre entre  et  |
|---------|--|--|
| 1 A | ± | ± |
| 500 mA | ± | ± |
| 200 mA | ± | ± |
| 50 mA | ± | ± |

5.2. Comparer les résultats obtenus pour un même calibre suivant que l'ampèremètre est placé entre l'ampoule et le générateur ou entre l'interrupteur et l'ampoule. Que pouvez-vous en conclure quant à l'intensité du courant circulant dans le circuit étudié?

5.3. Quel calibre faut-il utiliser pour obtenir la lecture la plus précise?

6. REMARQUE

Lors des mesures d'intensités, on commence toujours par enficher l'adaptateur correspondant au calibre le plus élevé. On affine ensuite la lecture en choisissant d'autres calibres (par exemple, successivement, 1 A, 500 mA, 200 mA...). **En aucun cas, l'aiguille de l'ampèremètre ne doit se déplacer au-delà de la graduation extrême de l'appareil (destruction de ce dernier!).**

FICHE N° 5

UTILISATION D'UN MULTIMÈTRE À AFFICHAGE NUMÉRIQUE MESURE D'INTENSITÉS DE COURANT

1. BUT DE LA MANIPULATION

Placer correctement un multimètre utilisé en ampèremètre et lire l'intensité du courant circulant dans un circuit. Sélectionner le calibre de l'ampèremètre qui permet la mesure la plus précise.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 interrupteur
- 1 ampoule L_1 (6 V, 50 mA), repérée par un point de couleur rouge, et son support
- 1 multimètre à affichage numérique et son manuel d'utilisation
- Fils de connexion

3. MONTAGE

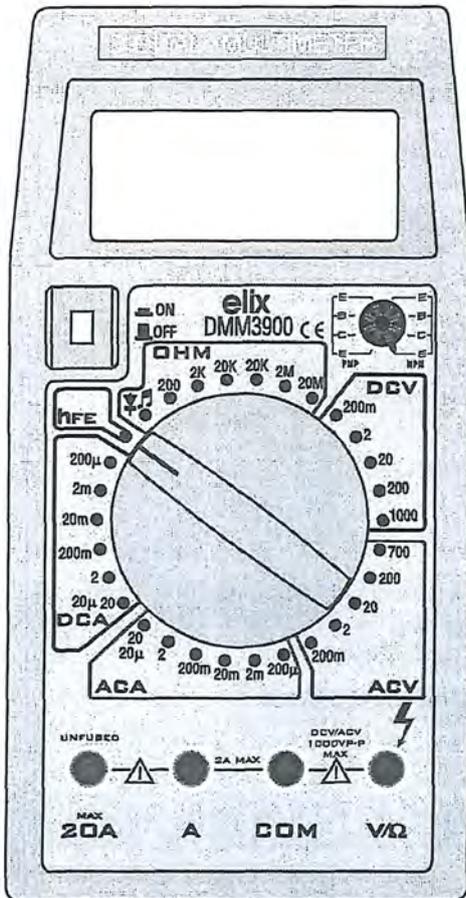


Figure 5.1

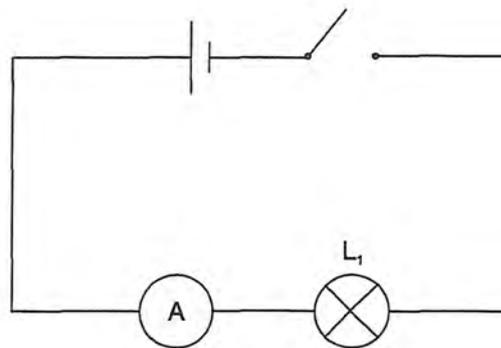


Figure 5.2

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le circuit de la figure 5.2 en ayant soin de raccorder la borne positive de la pile à la douille 20 A du multimètre à l'aide du fil rouge, et la borne COM à l'ampoule L_1 par l'intermédiaire du fil noir. Amener le sélecteur tournant sur la gamme DCA et sélectionner le calibre 20 A.

4.2. Fermer le circuit électrique. Mettre l'ampèremètre en service (ON). Lire l'intensité du courant et noter sa valeur.

4.3. Dessiner le circuit électrique (interrupteur fermé) en indiquant le sens conventionnel du courant ainsi que les bornes rouge (+) et noire (-) de l'ampèremètre.

4.4. Ouvrir le circuit.

4.5. Raccorder la borne positive de la pile à la douille A du multimètre et amener le sélecteur sur le calibre 2 A.

4.6. Fermer le circuit. Lire l'intensité du courant et noter sa valeur.

4.7. Sélectionner ensuite le calibre 200 mA. Noter l'indication portée par l'écran.

4.8. Sélectionner le calibre 20 mA. Noter l'indication portée par l'écran.

4.9. Revenir au calibre 200 mA et inverser les connexions aux bornes de la pile.

4.10. Lire l'indication portée par l'écran et la noter.

4.11. Démonter le circuit électrique.

4.12. Représenter le schéma électrique d'un montage qui utilise les mêmes éléments que précédemment **mais où l'ampèremètre est placé** entre l'ampoule et l'interrupteur.

4.13. Indiquer, sur le schéma électrique, le sens conventionnel du courant ainsi que les bornes rouge (+) et noire (-) de l'ampèremètre.

4.14. Réaliser ce circuit. **Attention au sens de connexion de l'ampèremètre!** Calibre: 20 A.

4.15. Reprendre les points 4.2 à 4.10, en les adaptant si nécessaire au nouveau montage.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les résultats (points 4.2, 4.6, 4.7, 4.8, 4.10 et 4.14) dans un tableau de synthèse semblable à celui-ci:

| Calibre | Ampèremètre entre  et  | Ampèremètre entre  et  |
|---|---|---|
| 20 A | | |
| 2 A | | |
| 200 mA | | |
| 20 mA | | |
| 200 mA (connexions inversées aux bornes de la pile) | | |

5.2. Avancer une explication quant à la signification des indications portées par l'écran aux points 4.8 et 4.10 en vous aidant éventuellement du manuel d'utilisation de l'appareil.

5.3. Comparer les résultats obtenus pour un même calibre suivant que l'ampèremètre est placé entre l'ampoule et le générateur ou entre l'interrupteur et l'ampoule. Que pouvez-vous en conclure quant à l'intensité du courant circulant dans le circuit étudié?

5.4. Quel calibre faut-il utiliser pour obtenir la lecture la plus précise?

Remarque

Si la gamme de mesure n'est pas connue à l'avance, veiller à ce que le sélecteur soit toujours positionné d'abord sur le calibre le plus élevé (20 A) avant de passer à des calibres de plus en plus faibles, jusqu'à ce que la lecture soit comprise entre le calibre choisi et le calibre immédiatement inférieur.

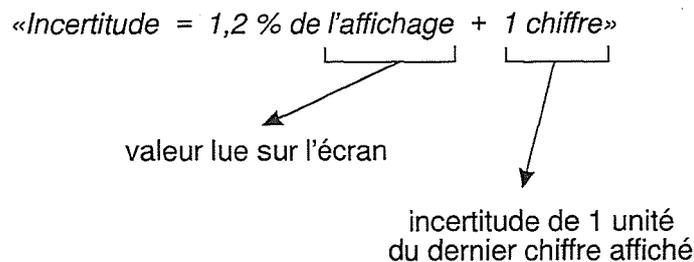
5.5. Il existe des multimètres de laboratoire beaucoup plus coûteux que celui que vous utilisez. Ils affichent des mesures plus précises que les vôtres. Comment peut-on estimer la «précision» des mesures effectuées avec un multimètre à affichage numérique? Quelle confiance accorder au(x) dernier(s) chiffre(s) affiché(s)?

Pour répondre à ces questions, aborder le point suivant.

6. ESTIMATION DE L'INCERTITUDE ET DU NOMBRE DE CHIFFRES À RETENIR

Le constructeur fournit avec l'appareil des indications permettant d'estimer l'incertitude affectant les mesures effectuées sur chacun des calibres.

Exemple: dans le cas du multimètre ELIX DMM 3900, le manuel d'utilisation nous apprend que, pour le calibre 200 mA:



L'incertitude affectant la mesure de l'intensité du courant (35,6 mA) lue en sélectionnant le calibre 200 mA doit être estimée en trois étapes:

- 1°) **Prendre 1,2 % de la valeur lue** (dans notre cas: 35,6 mA) sans retenir de chiffre de rang supérieur à celui du dernier chiffre affiché (ici, le dixième). Noter cette quantité $\Delta_1 I$. On obtient alors:

$$\Delta_1 I = 1,2 \times 10^{-2} \times 35,6 = 0,4 \text{ mA}$$

- 2°) **Tenir compte de l'incertitude de 1 unité du dernier chiffre affiché.** Noter cette quantité $\Delta_2 I$. On obtient alors:

$$\Delta_2 I = 1 \times 0,1 = 0,1 \text{ mA}$$

- 3°) **Calculer l'incertitude ΔI** en additionnant $\Delta_1 I$ et $\Delta_2 I$:

$$\Delta I = \Delta_1 I + \Delta_2 I = 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ mA}$$

Remarques

1. Il s'agit d'une incertitude estimée très largement. Les incertitudes réelles affectant les mesures sont généralement plus faibles.
2. Si l'on veut définir un encadrement de la valeur mesurée ici, on peut écrire:

$$I = (35,6 \pm 0,5) \text{ mA} \quad \text{ou} \quad 35,1 \text{ mA} \leq I \leq 36,1 \text{ mA}$$

7. EXPLOITATION (suite)

7.1. Sachant que l'incertitude indiquée par le constructeur pour le calibre 20 A est égale à 2 % de l'affichage + 5 unités du dernier chiffre affiché, rechercher, pour la première mesure du tableau du point 5.1, l'encadrement à prendre en compte et présenter le résultat sous la forme $I = (\dots \pm \dots) A$.

7.2. Que peut-on en conclure quant au choix du calibre à utiliser?

*

INTENSITÉ DU COURANT DANS UN CIRCUIT

1. BUT DE LA MANIPULATION

Déterminer les facteurs qui influencent l'intensité du courant circulant dans un circuit.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 pile de 1,5 V
- 1 ampèremètre
- 1 interrupteur
- 1 support d'ampoule
- 1 ampoule L_1 (6 V, 50 mA), repérée par un point de couleur rouge
- 1 ampoule L_2 (3,8 V, 300 mA), repérée par un point de couleur bleue
- 1 ampoule L_3 (6 V, 500 mA), repérée par un point de couleur blanche
- Fils de connexion

3. MONTAGE

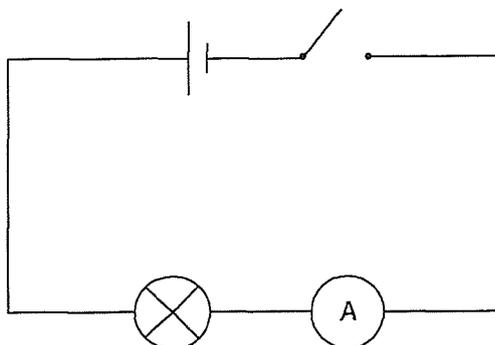


Figure 6.1

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 6.1 en utilisant la pile de 4,5 V, l'ampoule L_1 et le calibre 50 mA pour l'ampèremètre*.

Attention au sens de raccordement de l'ampèremètre!

4.2. Fermer l'interrupteur. Mesurer l'intensité du courant. Estimer l'éclat de l'ampoule et noter les résultats.

4.3. Ouvrir l'interrupteur. Remplacer la pile de 4,5 V par celle de 1,5 V.

4.4. Reprendre le point 4.2.

* Sélectionner le calibre 200 mA si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les résultats obtenus dans un tableau de synthèse semblable à celui-ci:

| Pile | Intensité | Éclat de l'ampoule |
|-------|---------------|--------------------|
| 4,5 V | ± | |
| 1,5 V | ± | |

5.2. Dans quel cas l'ampoule éclaire-t-elle le plus?

5.3. Y a-t-il une relation entre l'éclat de l'ampoule et l'intensité du courant qui la traverse?

5.4. De quoi dépend l'intensité du courant qui circule dans l'ampoule?

6. MANIPULATION (suite)

6.1. Reprendre le point 4.1 en remplaçant l'ampoule L_1 par l'ampoule L_2 et en utilisant le calibre 500 mA pour l'ampèremètre*.

6.2. Reprendre le point 4.2.

6.3. Ouvrir l'interrupteur.

6.4. Remplacer l'ampoule L_2 par l'ampoule L_3 et reprendre le point 4.2.

7. EXPLOITATION

7.1. Présenter les résultats obtenus dans un tableau de synthèse semblable à celui-ci:

| Ampoule | Intensité | Éclat de l'ampoule |
|---------|---------------|--------------------|
| L_1 | ± | |
| L_2 | ± | |
| L_3 | ± | |

7.2. Les trois ampoules éclairent-elles de la même manière? Avancer une explication.

7.3. À partir des réponses aux questions posées aux points 5.4 et 7.2, trouver les facteurs qui influencent l'intensité du courant circulant dans le circuit étudié.

* Sélectionner le calibre 2 A si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

MONTAGES EN SÉRIE D'AMPOULES IDENTIQUES

1. BUT DE LA MANIPULATION

Réaliser des montages comportant des ampoules identiques placées en série et comparer les éclats lumineux suivant le nombre d'ampoules utilisées.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 3 ampoules L_2 (3,8 V, 300 mA), repérées par un point de couleur bleue, et leur support
- 1 interrupteur
- Fils de connexion

3. MONTAGES

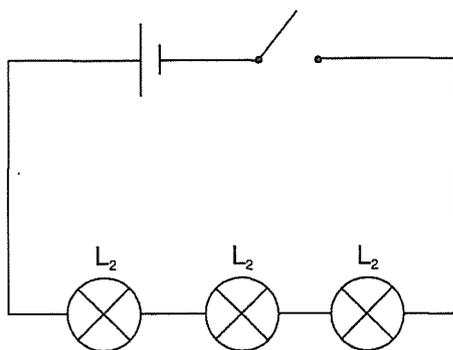


Figure 7.1

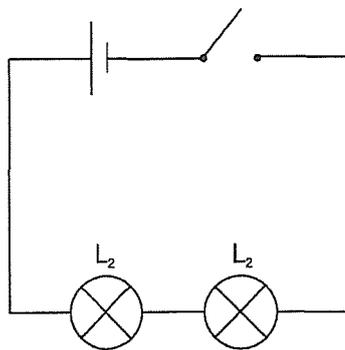


Figure 7.2

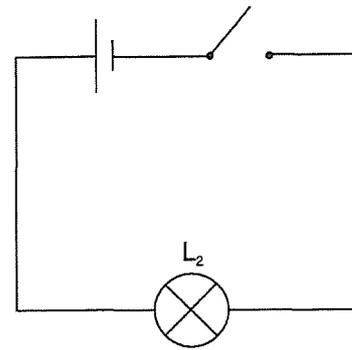


Figure 7.3

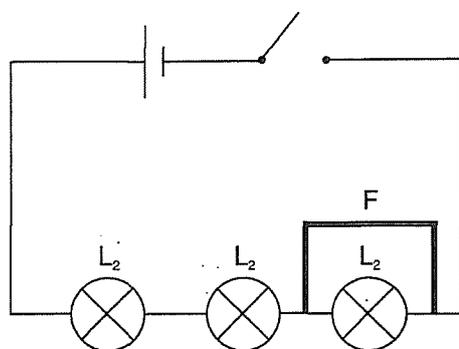


Figure 7.4

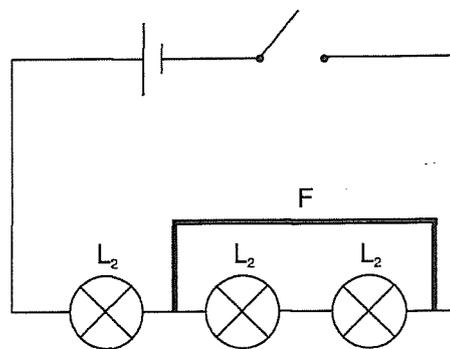


Figure 7.5

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 7.1. Fermer l'interrupteur. Estimer l'éclat des ampoules. Noter les observations.

4.2. Dévisser l'une des ampoules montées en série. Noter les observations.

4.3. Réaliser le montage de la figure 7.2. Fermer l'interrupteur. Comparer l'éclat des ampoules avec l'éclat observé dans le montage de la figure 7.1. Noter les observations.

4.4. Réaliser le montage de la figure 7.3. Fermer l'interrupteur. Comparer l'éclat de l'ampoule avec les éclats observés dans les montages de la figure 7.1 et de la figure 7.2. Noter les observations.

4.5. Réaliser de nouveau le montage de la figure 7.1, fermer l'interrupteur puis «court-circuiter» l'une des ampoules à l'aide d'un fil de connexion (fil F de la figure 7.4). Noter les observations.

NB: «Court-circuiter» une ampoule (ou toute partie d'un circuit) revient à mettre en liaison les deux bornes de celle-ci par un élément (par exemple un fil) très bon conducteur.

4.6. Court-circuiter un ensemble de deux ampoules à l'aide d'un fil de connexion (fil F de la figure 7.5). Noter les observations.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les observations dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Montage | Éclat des ampoules L_2 |
|--------------|--|--------------------------|
| 4.1 | 3 ampoules en série | |
| 4.2 | dévisser 1 ampoule du montage de la figure 7.1 | |
| 4.3 | 2 ampoules en série | |
| 4.4 | 1 seule ampoule | |
| 4.5 | 3 ampoules dont l'une est court-circuitée | |
| 4.6 | 3 ampoules dont deux sont court-circuitées | |

5.2. Que conclure de la comparaison des éclats des ampoules dans le cas des manipulations 4.1, 4.3 et 4.4? L'intensité du courant circulant dans le circuit est-elle la même dans les trois cas? Dans quel cas est-elle la plus grande?

5.3. Que dire de l'intensité du courant dans le cas de la manipulation 4.2? Représenter le circuit obtenu dans ce cas. S'agit-il encore d'un circuit fermé? Que se passerait-il si, soudain, une ampoule du montage de la figure 7.1 «grillait» (rupture du filament), l'interrupteur étant fermé?

5.4. Par où passe le courant dans le cas des manipulations 4.5 et 4.6? Représenter son trajet en couleur sur les schémas des circuits fermés correspondants. Comparer alors le cas des manipulations 4.3 et 4.5, puis celui des manipulations 4.4 et 4.6.

*

FICHE N° 8

MONTAGES EN SÉRIE D'AMPOULES IDENTIQUES MESURE DES TENSIONS ET DES INTENSITÉS DE COURANT

1. BUT DE LA MANIPULATION

Réaliser des montages en série d'ampoules identiques et susciter une réflexion sur la relation entre la tension aux bornes du groupement et les tensions aux bornes des différentes ampoules.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 3 ampoules L_1 (6 V, 50 mA), repérées par un point de couleur rouge, et leur support
- 1 interrupteur
- 1 ampèremètre
- 1 voltmètre
- Fils de connexion

3. MONTAGES

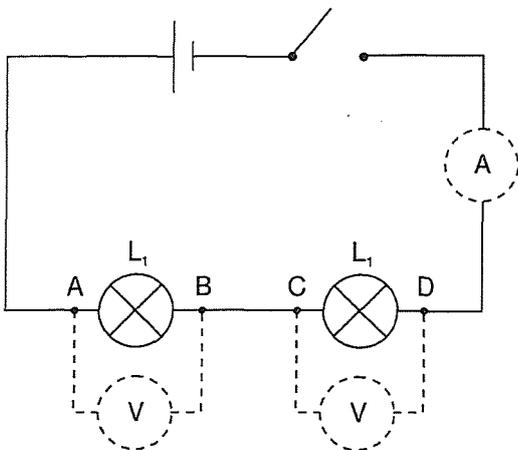


Figure 8.1

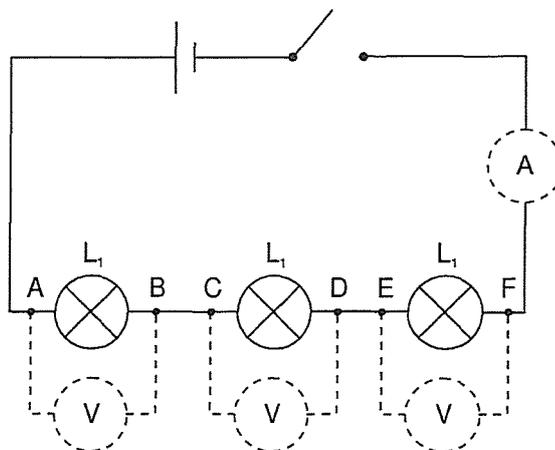


Figure 8.2

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 8.1 **sans voltmètre** mais en connectant l'ampèremètre (calibre 50 mA)* en série dans le circuit. **Attention au sens de raccordement de l'ampèremètre!**

4.2. Fermer l'interrupteur. Lire l'intensité I du courant qui circule dans le circuit. La noter.

4.3. Ouvrir l'interrupteur. Déconnecter l'ampèremètre du montage. Refermer le circuit. Placer maintenant le voltmètre (calibre 5 V)** aux bornes A et B de la première ampoule. **(Attention au sens de raccordement du voltmètre!)**. Lire la valeur de la tension U_1 . La noter. Déconnecter le voltmètre et le reconnecter aux bornes C et D pour lire U_2 , et, ensuite, aux bornes A et D pour lire U . Noter ces valeurs.

4.4. Réaliser maintenant le montage de la figure 8.2 sans voltmètre mais en connectant **correctement** l'ampèremètre (calibre 50 mA)* en série dans le circuit. Reprendre le point 4.2.

4.5. Ouvrir l'interrupteur. Déconnecter l'ampèremètre du montage. Refermer le circuit. Placer le voltmètre (calibre 5 V)** aux bornes A et B de la première ampoule. Lire la valeur de la tension U_1 . La noter. Déconnecter le voltmètre et le reconnecter successivement aux bornes C et D pour lire U_2 , ensuite aux bornes E et F pour lire U_3 et, enfin, aux bornes A et F pour lire U . Noter ces valeurs.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les résultats des mesures dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Montage | I (mA) | U (V) | U_1 (V) | U_2 (V) | U_3 (V) |
|--------------|--|----------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 4.1 à 4.3 | 2 ampoules L_1 en série (figure 8.1) | | | | | |
| 4.4 et 4.5 | 3 ampoules L_1 en série (figure 8.2) | | | | | |

5.2. La première ligne du tableau permet d'établir une relation simple entre U , U_1 et U_2 dans le montage de la figure 8.1. Laquelle?

5.3. La deuxième ligne du tableau permet d'établir une relation simple entre U , U_1 , U_2 et U_3 dans le montage de la figure 8.2. Laquelle?

5.4. Tirer une conclusion des deux relations établies aux points 5.2 et 5.3 (sous forme de phrase complète).

* Ou calibre 200 mA si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

** Ou calibre 20 V si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

MONTAGES EN PARALLÈLE D'AMPOULES IDENTIQUES

1. BUT DE LA MANIPULATION

Réaliser des montages comportant des ampoules identiques placées en parallèle et comparer leur éclat lumineux suivant le nombre d'ampoules utilisées.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 3 ampoules L_1 (6 V, 50 mA), repérées par un point de couleur rouge, et leur support
- 1 interrupteur
- Fils de connexion

3. MONTAGES

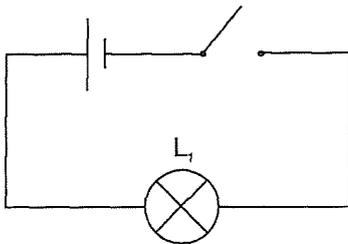


Figure 9.1

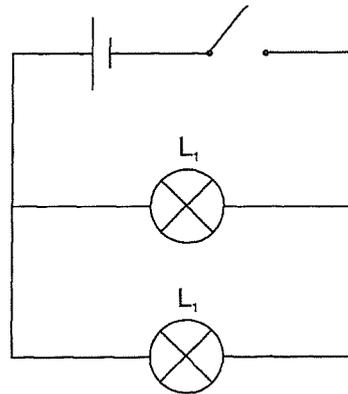


Figure 9.2

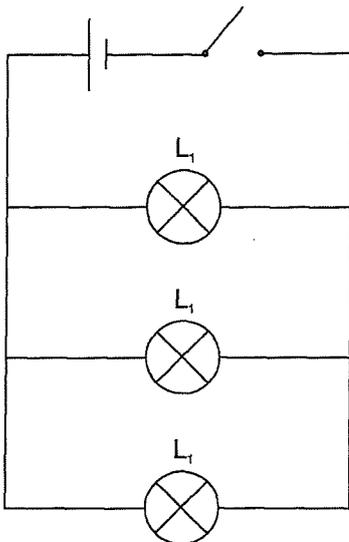


Figure 9.3

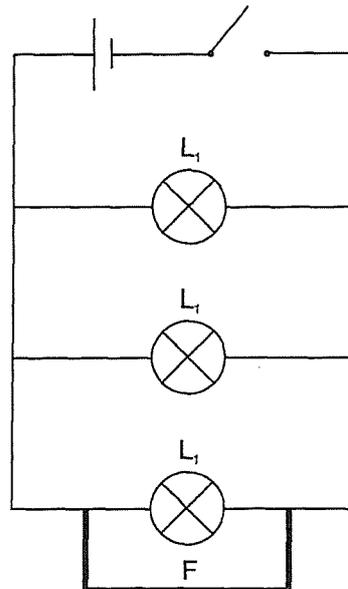


Figure 9.4

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 9.1. Fermer l'interrupteur. Estimer l'éclat de l'ampoule. Noter les observations.

4.2. Réaliser le montage de la figure 9.2. Fermer l'interrupteur. Estimer l'éclat des ampoules. Noter les observations.

4.3. Réaliser le montage de la figure 9.3. Fermer l'interrupteur. Estimer l'éclat des ampoules. Noter les observations.

4.4. Dévisser l'une des trois ampoules montées en parallèle. Noter les observations. Revisser ensuite l'ampoule.

4.5. Court-circuiter **brèvement** l'une des trois ampoules à l'aide d'un fil de connexion (fil F de la figure 9.4). Noter les observations.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les observations dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Montage | Éclat des ampoules L_1 |
|--------------|--|--------------------------|
| 4.1 | 1 seule ampoule | |
| 4.2 | 2 ampoules en parallèle | |
| 4.3 | 3 ampoules en parallèle | |
| 4.4 | dévisser 1 ampoule du montage de la figure 9.3 | |
| 4.5 | court-circuiter 1 ampoule (figure 9.4) | |

5.2. Que dire de l'intensité des courants qui passent dans les différentes ampoules, dans le cas des manipulations 4.1, 4.2, 4.3 et 4.4? Justifier. Représenter le trajet des courants, en couleur, sur les schémas des circuits fermés correspondants.

5.3. Que dire de l'intensité des courants qui passent dans les différentes ampoules dans le cas de la manipulation 4.5? À quel circuit ce montage est-il pratiquement équivalent? Illustrer par un schéma.

5.4. Pourquoi demande-t-on de court-circuiter «brèvement»? Que se passerait-il si le fil F de court-circuit restait branché pendant plusieurs heures? Expliquer.

5.5. Vous êtes maintenant capable d'associer des ampoules (ou d'autres récepteurs) en série et en parallèle. Dans une habitation, les divers appareils électriques raccordés aux prises de courant ou les ampoules d'un lustre sont-ils associés en série ou en parallèle? Justifier.

FICHE N° 10

MONTAGES EN PARALLÈLE D'AMPOULES IDENTIQUES MESURE DES TENSIONS ET DES INTENSITÉS DE COURANT

1. BUT DE LA MANIPULATION

Réaliser des montages en parallèle d'ampoules identiques et susciter une réflexion sur la relation qui lie l'intensité du courant débité par la pile et les intensités du courant circulant dans les diverses ampoules.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 3 ampoules L_1 (6 V, 50 mA), repérées par un point de couleur rouge, et leur support
- 1 interrupteur
- 1 ampèremètre
- 1 voltmètre
- Fils de connexion

3. MONTAGES

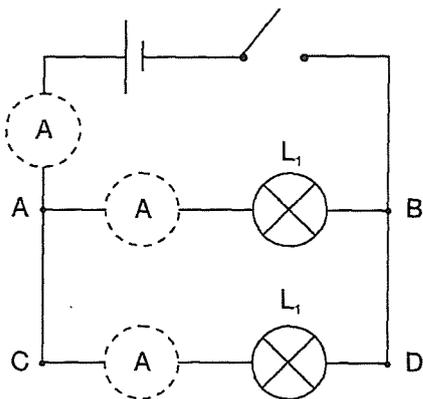


Figure 10.1

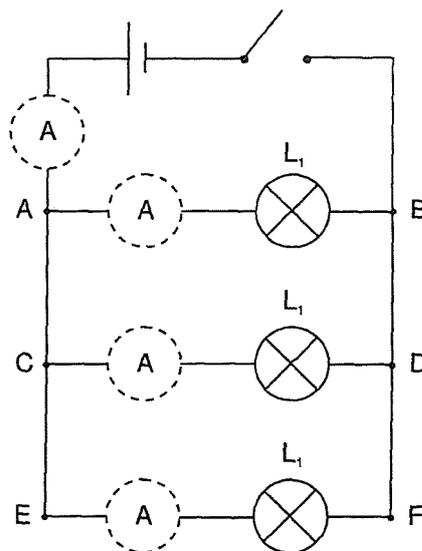


Figure 10.2

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 10.1 **sans ampèremètre**. Fermer l'interrupteur. Connecter maintenant le voltmètre (calibre 5 V)* successivement aux bornes de chacune des deux ampoules. **Attention au sens de connexion du voltmètre!** Lire les tensions U_1 et U_2 régnant aux bornes de chacune des deux ampoules. Les noter. Ouvrir l'interrupteur.

4.2. Déconnecter le voltmètre et placer l'ampèremètre (calibre 200 mA) entre la borne positive de la pile et le point A. **Attention au sens de connexion!** Fermer l'interrupteur. Lire l'intensité I du courant, la noter. Ouvrir l'interrupteur.

4.3. Déconnecter l'ampèremètre et le reconnecter maintenant entre le point A et l'ampoule L_1 (calibre 50 mA)** , comme indiqué en pointillé sur la figure 10.1. Fermer l'interrupteur. Noter l'intensité I_1 du courant. Ouvrir l'interrupteur.

4.4. Reprendre le point 4.3 en plaçant l'ampèremètre entre le point C et l'ampoule L_1 . Fermer l'interrupteur. Noter l'intensité I_2 du courant. Ouvrir l'interrupteur.

4.5. Réaliser le montage de la figure 10.2, **sans ampèremètre**. Fermer l'interrupteur. Connecter **correctement** le voltmètre (calibre 5 V)* successivement aux bornes de chacune des trois ampoules. Noter les valeurs des tensions U_1 , U_2 et U_3 aux bornes de chacune des trois ampoules.

4.6. Reprendre le point 4.2. Noter la valeur de I .

4.7. Reprendre le point 4.3. Noter la valeur de I_1 .

4.8. Reprendre le point 4.4. Noter la valeur de I_2 .

4.9. Reprendre le point 4.4 en plaçant l'ampèremètre entre le point E et l'ampoule L_1 . Fermer l'interrupteur. Noter l'intensité I_3 du courant.

* Sélectionner le calibre 20 V si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

** Sélectionner le calibre 200 mA si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les résultats des mesures dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Montage | U_1 (V) | U_2 (V) | U_3 (V) | I (mA) | I_1 (mA) | I_2 (mA) | I_3 (mA) |
|--------------|---|-----------|-----------|-----------|----------|------------|------------|------------|
| 4.1 à 4.4 | 2 ampoules L_1 en parallèle (figure 10.1) | | | X | | | | X |
| 4.5 à 4.9 | 3 ampoules L_1 en parallèle (figure 10.2) | | | | | | | |

5.2. Que dire de la tension régnant aux bornes de plusieurs ampoules associées en parallèle?

5.3. La première ligne du tableau permet d'établir une relation simple entre I , I_1 et I_2 dans le montage de la figure 10.1. Laquelle?

5.4. La deuxième ligne du tableau permet d'établir une relation simple entre I , I_1 , I_2 et I_3 dans le montage de la figure 10.2. Laquelle?

5.5. Tirer une conclusion des deux relations établies au point 5.2 (sous forme de phrase complète).

5.6. Tirer une conclusion des deux relations établies aux points 5.3 et 5.4 (sous forme de phrase complète).

*

MONTAGES EN SÉRIE D'AMPOULES DE CARACTÉRISTIQUES DIFFÉRENTES

1. BUT DE LA MANIPULATION

Comparer les éclats d'ampoules de caractéristiques différentes placées en série et susciter une réflexion sur la relation entre les tensions aux bornes des différentes ampoules et la tension aux bornes du groupement.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 ampoule L_1 (6 V, 50 mA), repérée par un point de couleur rouge, et son support
- 1 ampoule L_2 (3,8 V, 300 mA), repérée par un point de couleur bleue, et son support
- 1 ampoule L_3 (6 V, 500 mA ou 3 W), repérée par un point de couleur blanche, et son support
- 1 interrupteur
- 1 ampèremètre
- 1 voltmètre
- Fils de connexion

3. MONTAGES

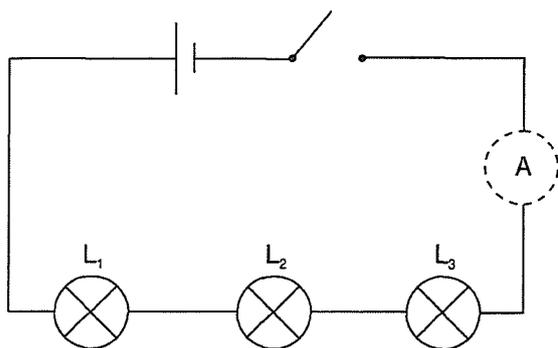


Figure 11.1

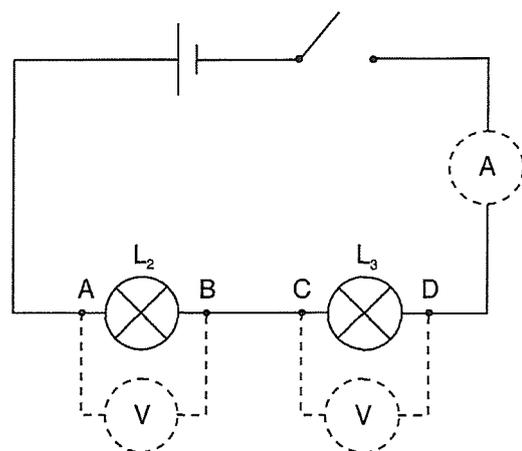


Figure 11.2

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 11.1 **sans ampèremètre**. Fermer l'interrupteur. Noter les observations (éclat des ampoules).

4.2. Dévisser l'ampoule L_2 . Noter les observations (éclat des ampoules).

4.3. Réaliser le circuit de la figure 11.2 **sans ampèremètre ni voltmètre**. Fermer l'interrupteur. Noter les observations (éclat des ampoules).

5. EXPLOITATION

5.1. Pour briller normalement, le filament d'une ampoule doit être traversé par un courant dont l'intensité est précisée par le constructeur (intensité nominale).

Pour les ampoules utilisées ici, les intensités nominales sont les suivantes:

L_1 : 50 mA;

L_2 : 300 mA;

L_3 : 500 mA.

À partir de ces renseignements et des observations, estimer l'ordre de grandeur de l'intensité du courant qui parcourt le circuit de la figure 11.1. Noter l'estimation et la justifier.

5.2. Que devient l'intensité de ce courant si l'on dévisse une ampoule du groupement? Noter la réponse et la justifier.

5.3. À partir des renseignements donnés au point 5.1 et des observations, estimer l'ordre de grandeur de l'intensité du courant qui parcourt le circuit de la figure 11.2. Noter l'estimation et la justifier.

5.4. Présenter les résultats des observations et des estimations effectuées du point 4.1 au point 5.3 dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Montage | Éclat des ampoules | Estimation des intensités |
|--------------|---|-------------------------------|---------------------------|
| 4.1 | L_1 , L_2 et L_3 en série (fig. 11.1) | L_1 : L_2 : L_3 : | |
| 4.2 | L_1 et L_3 en série L_2 dévissée | L_1 : L_2 : L_3 : | |
| 4.3 | L_2 et L_3 en série (fig. 11.2) | L_1 : L_2 : L_3 : | |

6. MANIPULATION

6.1. Réaliser le montage de la figure 11.1 en y plaçant cette fois un **ampèremètre correctement branché**. Fermer l'interrupteur. Lire l'intensité du courant qui parcourt le circuit et la noter.

6.2. Réaliser le montage de la figure 11.2 en y plaçant cette fois un **ampèremètre correctement branché**. Fermer l'interrupteur. Lire l'intensité du courant qui parcourt le circuit et la noter.

Ouvrir l'interrupteur, retirer l'ampèremètre et reformer le montage de la figure 11.2.

6.3. Placer **correctement un voltmètre** aux bornes A et B de L_2 (calibre 5 V)*.

Fermer l'interrupteur. Lire la tension U_1 et la noter.

Débrancher le voltmètre et le **placer correctement** aux bornes C et D de L_3 .

Lire la tension U_2 et la noter.

Débrancher le voltmètre et le **placer correctement** aux bornes A et D de l'ensemble. Lire la tension U et la noter. Ouvrir l'interrupteur.

7. EXPLOITATION (suite)

7.1. Présenter les résultats des mesures dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Montage | I (mA) | U_1 (V) | U_2 (V) | U (V) |
|--------------|---|--------|-----------|-----------|-------|
| 6.1 | L_1 , L_2 et L_3 en série (figure 11.1) | | | | |
| 6.2 et 6.3 | L_2 et L_3 en série (figure 11.2) | | | | |

7.2. Les estimations des intensités de courant effectuées aux points 5.1 et 5.3 se révèlent-elles acceptables?

7.3. La deuxième ligne du tableau permet d'établir une relation simple entre U , U_1 et U_2 . Laquelle? Comparer la relation obtenue ici avec celles qui ont été établies aux points 5.2 et 5.3 de la fiche n° 8.

7.4. Tirer une conclusion générale (sous forme de phrase complète) au départ de la comparaison faite au point 7.3.

* Ou calibre 20 V, si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

FICHE N° 12

MONTAGES EN PARALLÈLE D'AMPOULES DE CARACTÉRISTIQUES DIFFÉRENTES

1. BUT DE LA MANIPULATION

Comparer les éclats d'ampoules de caractéristiques différentes placées en parallèle et susciter une réflexion sur la relation qui lie l'intensité du courant débité par la pile et les intensités du courant circulant dans les différentes ampoules.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 ampoule L_1 (6 V, 50 mA), repérée par un point de couleur rouge, et son support
- 1 ampoule L_2 (3,8 V, 300 mA), repérée par un point de couleur bleue, et son support
- 1 ampoule L_3 (6 V, 500 mA ou 3 W), repérée par un point de couleur blanche, et son support
- 1 interrupteur
- 1 ampèremètre
- 1 voltmètre
- Fils de connexion

3. MONTAGES

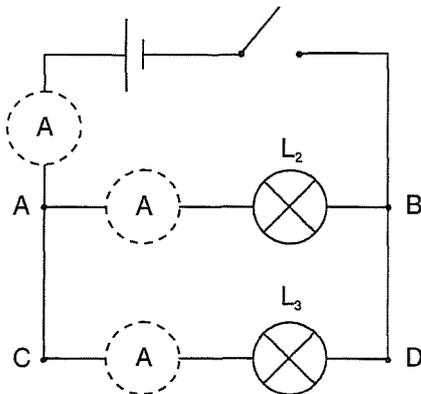


Figure 12.1

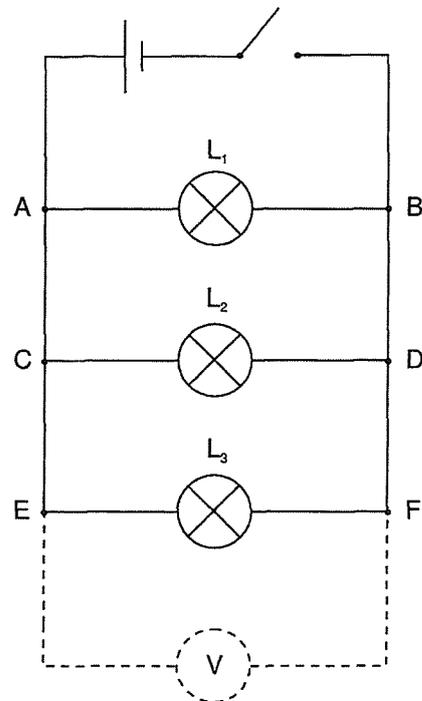


Figure 12.2

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 12.1 **sans ampèremètre**. Fermer l'interrupteur. Estimer l'éclat des ampoules. Noter les observations. Connecter le voltmètre (calibre 5 V)* successivement aux bornes de chacune des deux ampoules. **Attention au sens de connexion du voltmètre!** Lire les tensions U_1 et U_2 régnant aux bornes de chacune des deux ampoules. Les noter. Ouvrir l'interrupteur.

4.2. Déconnecter le voltmètre et placer l'ampèremètre (calibre 1 A)** entre la borne positive de la pile et le point A comme indiqué en pointillé sur la figure 12.1. **Attention au sens de connexion!** Fermer l'interrupteur. Lire l'intensité I du courant. La noter. Ouvrir l'interrupteur.

4.3. Déconnecter l'ampèremètre et le reconnecter maintenant entre le point A et l'ampoule L_2 (calibre 1 A)** comme indiqué en pointillé sur la figure 12.1. Fermer l'interrupteur. Lire l'intensité I_2 du courant. La noter. Ouvrir l'interrupteur.

4.4. Reprendre le point 4.3 en plaçant l'ampèremètre entre le point C et l'ampoule L_3 (calibre 1 A)** comme indiqué en pointillé sur la figure 12.1. Lire l'intensité I_3 du courant. La noter. Ouvrir l'interrupteur.

4.5. Réaliser le montage de la figure 12.2, **sans voltmètre**. Fermer l'interrupteur. Estimer l'éclat des ampoules. Noter les observations. Connecter **correctement** le voltmètre (calibre 5 V)* successivement aux bornes des trois ampoules. Lire les valeurs des tensions U_1 , U_2 et U_3 aux bornes de chacune des trois ampoules.

4.6. Dévisser l'ampoule L_3 . Noter les observations et les valeurs des tensions U_1 et U_2 aux bornes des ampoules L_1 et L_2 .

4.7. Dévisser l'ampoule L_2 . Noter les observations et la valeur de la tension U_1 aux bornes de L_1 .

* Ou calibre 20 V, si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

** Ou calibre 2 A, si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les observations et les résultats de mesure dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Montage | Éclat des ampoules | U_1 (V) | U_2 (V) | U_3 (V) | I (A) | I_2 (A) | I_3 (A) |
|--------------|--|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|
| 4.1 à 4.4 | L_2 et L_3 en parallèle | L_2 : L_3 : | | | X | | | |
| 4.5 | L_1 , L_2 et L_3 en parallèle | L_1 : L_2 : L_3 : | | | | X | X | X |
| 4.6 | L_1 et L_2 en parallèle L_3 dévissée | L_1 : L_2 : L_3 : | | | | X | X | X |
| 4.7 | L_1 seule L_2 et L_3 dévissées | L_1 : L_2 : L_3 : | | | | X | X | X |

5.2. Que se passe-t-il lorsqu'une ampoule (ou même deux) est (sont) retirée(s) de ce type de montage? Comparer avec les résultats obtenus lors du montage en série des mêmes ampoules (voir fiche n° 11) lorsque l'on dévisse l'une d'entre elles.

5.3. Que dire de la tension régnant aux bornes de plusieurs ampoules associées en parallèle?

5.4. La première ligne du tableau permet d'établir une relation simple entre I , I_2 et I_3 . Laquelle? Comparer la relation obtenue ici avec celles qui ont été établies aux points 5.3, 5.4 et 5.6 de la fiche n° 10.

5.5. Tirer une conclusion générale au départ de la comparaison faite au point 5.4 (sous forme de phrase complète).

FICHE N° 13
COURT-CIRCUIT ET COUPE-CIRCUIT

1. BUT DE LA MANIPULATION

Différencier les notions de «court-circuit» et de «coupe-circuit».

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 ampoule L_3 (6 V, 500 mA ou 3 W), repérée par un point de couleur blanche, et son support
- 1 pile de 4,5 V
- 1 interrupteur
- 1 porte-fusible
- 1 fusible 10 A
- Un peu de fil métallique (à extraire de sa tresse)
- Fils de connexion

3. MONTAGES

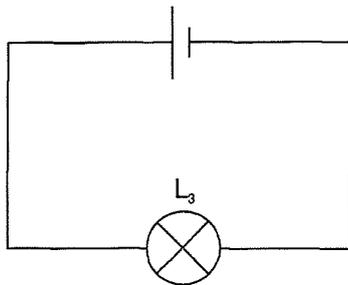


Figure 13.1

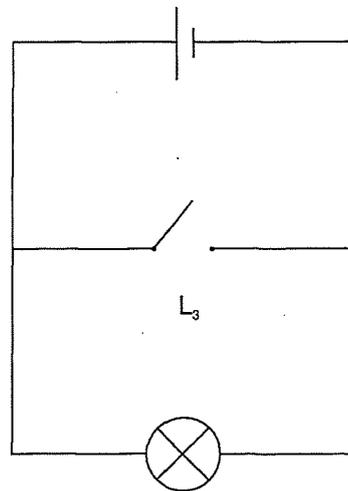


Figure 13.2

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 13.1. Observer et noter l'éclat de l'ampoule.

4.2. Réaliser le montage de la figure 13.2 en plaçant l'interrupteur comme indiqué (interrupteur placé **en parallèle** ou **en dérivation** sur l'ampoule). Fermer l'interrupteur **pendant un court instant**. Observer l'éclat de l'ampoule et le noter.

5. EXPLOITATION

5.1. Que dire de l'intensité du courant circulant dans l'ampoule L_3 dans le cas de la manipulation 4.2 lorsque l'interrupteur est fermé?

5.2. Dessiner le circuit fermé correspondant à la manipulation 4.2 et représenter en couleur le trajet du courant.

6. MONTAGES (suite)

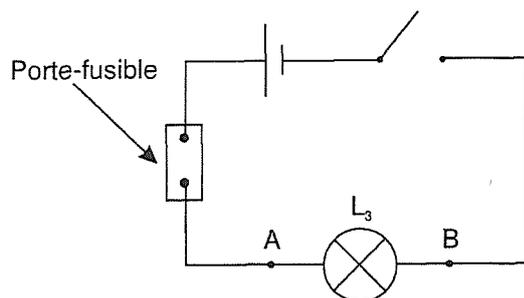


Figure 13.3

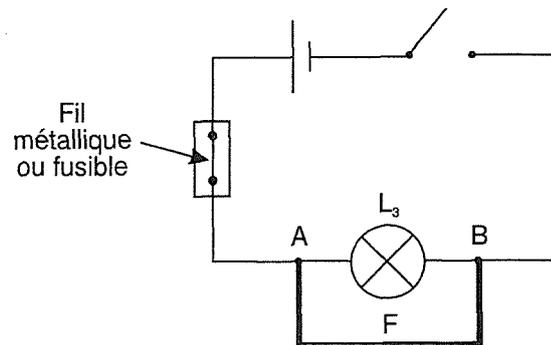


Figure 13.4

7. MANIPULATION (suite)

7.1. Réaliser le montage de la figure 13.3.

7.2. Attacher aux bornes du porte-fusible un brin de fil métallique extrait de sa tresse. Fermer l'interrupteur. Observer l'éclat de l'ampoule et le fil métallique.

7.3. Court-circuiter l'ampoule à l'aide d'un fil F de connexion tout en observant simultanément l'éclat de l'ampoule et le fil métallique. Noter les observations.

7.4. Ouvrir l'interrupteur et retirer le fil F.

7.5. Introduire dans le porte-fusible le fusible 10 A. Fermer l'interrupteur. Observer simultanément l'éclat de l'ampoule et le fusible. Noter les observations.

7.6. Court-circuiter l'ampoule à l'aide du fil F de connexion tout en observant simultanément l'éclat de l'ampoule et le fusible. Noter les observations.

7.7. Ouvrir l'interrupteur et retirer le fil F.

8. EXPLOITATION (suite)

8.1. Dessiner le circuit correspondant à la manipulation 7.2 et représenter en couleur le trajet du courant.

8.2. Dessiner le circuit fermé correspondant à la manipulation 7.3 et représenter en couleur le trajet du courant. Quel est le rôle joué par le brin de fil métallique dans ce montage? Le terme coupe-circuit paraît-il approprié?

8.3. Dessiner le circuit correspondant à la manipulation 7.5 et représenter en couleur le trajet du courant.

8.4. Dessiner le circuit correspondant à la manipulation 7.6 et représenter en couleur le trajet du courant. Le fusible joue-t-il dans ce cas le rôle de coupe-circuit? Justifier la réponse et expliquer le comportement du fusible.



ALLUMAGE DOUBLE DIRECTION OU BIDIRECTIONNEL

1. BUT DE LA MANIPULATION

Réaliser un circuit électrique tel qu'on puisse allumer une ampoule depuis un premier point et l'éteindre depuis un second point, pour la rallumer ensuite indifféremment à partir du premier ou du second point.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 2 interrupteurs simples K_1 et K_2
- 2 interrupteurs double direction (ou bidirectionnels) K_3 et K_4
- 1 ampoule L_2 (3,8 V, 300 mA), repérée par un point de couleur bleue, et son support

3. MONTAGES

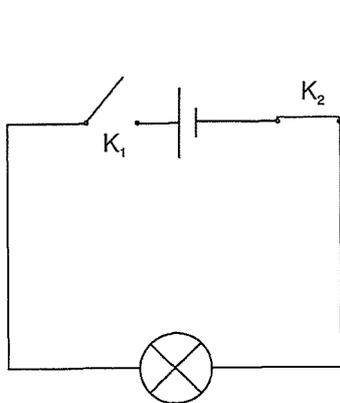


Figure 14.1

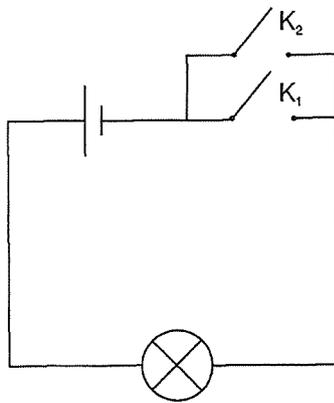


Figure 14.2

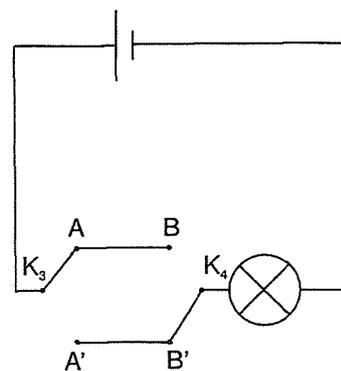


Figure 14.3

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 14.1, K_1 étant ouvert et K_2 fermé.

4.2. Fermer l'interrupteur K_1 , ouvrir ensuite l'interrupteur K_2 et ouvrir enfin l'interrupteur K_1 . Noter chaque fois l'éclat de l'ampoule.

5. EXPLOITATION

5.1. Dessiner le schéma correspondant à chacune des manœuvres.

5.2. Compléter le tableau de résultats figurant ci-dessous, en utilisant la convention suivante:

| | | |
|---|----------------------------------|-----|
|  | interrupteur en position ouverte | : 0 |
|  | interrupteur en position fermée | : 1 |
|  | ampoule éteinte | : 0 |
|  | ampoule allumée | : 1 |

| | K_1 | K_2 |  |
|--------------------|-------|-------|---|
| Situation initiale | 0 | 1 | 0 |
| Première manœuvre | | | |
| Deuxième manœuvre | | | |
| Troisième manœuvre | | | |

5.3. À la suite de quelle(s) manœuvre(s) l'ampoule est-elle allumée?

5.4. Chaque manœuvre modifie-t-elle l'éclat de l'ampoule?

5.5. Ce type de montage répond-il au but de la manipulation?

6. MANIPULATION (suite)

6.1. Réaliser le montage de la figure 14.2, les interrupteurs K_1 et K_2 étant en position ouverte.

6.2. Fermer l'interrupteur K_1 , fermer ensuite l'interrupteur K_2 et, enfin, ouvrir l'interrupteur K_1 . Noter chaque fois l'éclat de l'ampoule.

7. EXPLOITATION (suite)

7.1. Dessiner le schéma correspondant à chacune des manœuvres.

7.2. Compléter le tableau de résultats figurant ci-dessous en utilisant la même convention que précédemment:

| | K_1 | K_2 | \otimes |
|--------------------|-------|-------|-----------|
| Situation initiale | 0 | 0 | 0 |
| Première manœuvre | | | |
| Deuxième manœuvre | | | |
| Troisième manœuvre | | | |

7.3. À la suite de quelle(s) manœuvre(s) l'ampoule est-elle allumée?

7.4. Chaque manœuvre modifie-t-elle l'éclat de l'ampoule?

7.5. Ce type de montage répond-il au but de la manipulation?

8. MANIPULATION (suite)

8.1. Réaliser le montage de la figure 14.3, l'interrupteur K_3 fermé sur A et l'interrupteur K_4 fermé sur B'.

8.2. Basculer **successivement** K_3 , K_4 , de nouveau K_3 et de nouveau K_4 . Noter chaque fois l'éclat de l'ampoule.

9. EXPLOITATION (suite)

9.1. Dessiner le schéma correspondant à chacune des manœuvres.

9.2. Compléter le tableau de résultats figurant ci-dessous en utilisant la même convention que précédemment:

| | A | A' | B | B' | \otimes |
|--------------------|---|----|---|----|-----------|
| Situation initiale | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Première manœuvre | | | | | |
| Deuxième manœuvre | | | | | |
| Troisième manœuvre | | | | | |
| Quatrième manœuvre | | | | | |

9.3. À la suite de quelle(s) manœuvre(s) l'ampoule est-elle allumée?

9.4. Chaque manœuvre modifie-t-elle l'éclat de l'ampoule?

9.5. Ce type de montage répond-il au but de la manipulation?

DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE (LED)

1. BUT DE LA MANIPULATION

Étudier le comportement d'une diode électroluminescente, appelée LED (*Light Emitting Diode*).

Sa représentation symbolique est: 

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 alternateur de vélo (non fourni dans la collection, cat. CT n° ET 2400 11101)
- 1 LED
- 1 ampoule L_1 (6 V, 50 mA), repérée par un point de couleur rouge, et son support
- 1 interrupteur
- 1 ampèremètre
- Fils de connexion

PRÉCAUTION INDISPENSABLE: Ne jamais brancher directement la LED aux bornes d'un générateur (pile ou alternateur). Cela entraînerait la destruction de celle-ci.

3. MONTAGES

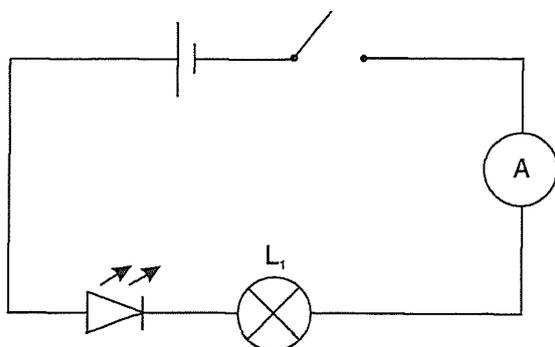


Figure 15.1

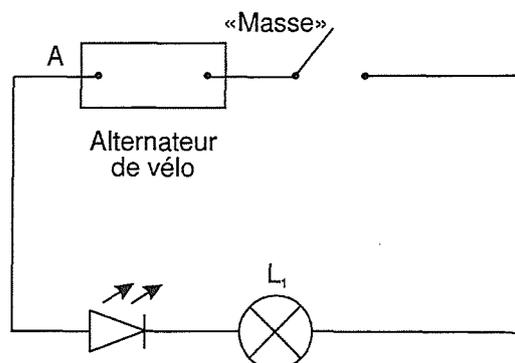


Figure 15.2

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage représenté à la figure 15.1 (ampèremètre, calibre 50 mA)*. Raccorder la borne positive de la pile à la borne marquée + de la LED.

4.2. Fermer l'interrupteur. Observer l'éclat de la LED et celui de l'ampoule. Noter les observations. Lire l'intensité du courant circulant dans le circuit. La noter. Ouvrir l'interrupteur.

4.3. Inverser la LED. Reprendre le point 4.2.

4.4. Sans toucher à la LED, permuter les fils de connexion aux bornes du générateur et aux bornes de l'ampèremètre. Reprendre le point 4.2.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les observations et les résultats de mesure dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Éclat | I (mA) |
|--------------|--------------------------|--------|
| 4.2 | LED: L ₁ : | |
| 4.3 | LED: L ₁ : | |
| 4.4 | LED: L ₁ : | |

5.2. Schématiser les montages correspondant aux points 4.2, 4.3 et 4.4, en utilisant la représentation symbolique de la LED. Indiquer l'éclat de celle-ci.

5.3. À la base de la LED se trouve un méplat qui permet de différencier ses deux bornes. Repérer ce méplat. Quelle est la polarité de la borne qui correspond à ce méplat?

* Ou calibre 200 mA, si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

6. MANIPULATION (suite)

6.1. Réaliser le montage de la figure 15.2. Veiller à connecter la borne marquée + de la LED à la «borne A» de l'alternateur et l'interrupteur à la borne «MASSE» de celui-ci.

6.2. Fermer l'interrupteur.

6.3. Tourner lentement la manivelle actionnant la grande poulie et observer l'éclat de la LED et celui de l'ampoule. Noter les observations.

6.4. Tourner de plus en plus rapidement la manivelle actionnant la poulie et reprendre les observations citées au point 6.3.

6.5. Permuter les fils de connexion aux bornes du générateur et reprendre le point 6.3.

6.6. Reprendre le point 6.4.

7. EXPLOITATION (suite)

7.1. Présenter les observations dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Éclat |
|--------------|--------------------------|
| 6.3 | LED: L ₁ : |
| 6.4 | LED: L ₁ : |
| 6.5 | LED: L ₁ : |
| 6.6 | LED: L ₁ : |

7.2. Une diode électroluminescente placée dans un circuit permet-elle de détecter le type de tension (continue ou alternative) fournie par un générateur? Justifier la réponse.

MOTEUR ALIMENTÉ PAR UNE TENSION CONTINUE

1. BUT DE LA MANIPULATION

Étudier le comportement d'un moteur et d'une ampoule placés en série dans un circuit alimenté par un générateur de tension continue.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 moteur
- 1 interrupteur
- 1 support d'ampoule
- 1 ampoule L_1 (6 V, 50 mA), repérée par un point de couleur rouge
- 1 ampoule L_4 (2,2 V, 0,4 A)
- Fils de connexion

3. MONTAGE

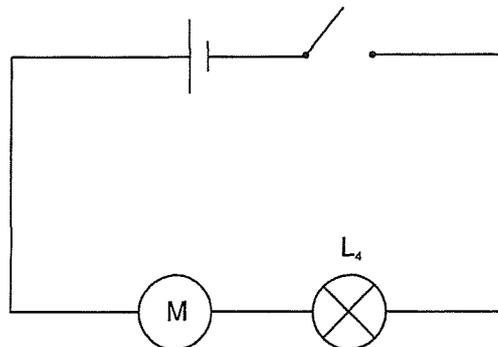


Figure 16.1

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage de la figure 16.1.

4.2. Fermer l'interrupteur et observer l'éclat de l'ampoule:

- lors de la fermeture du circuit;
- lorsqu'un régime permanent s'est établi.

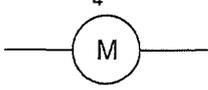
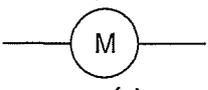
4.3. À l'aide des doigts et **pendant un court instant**, empêcher le moteur de tourner. Observer l'éclat de l'ampoule.

4.4. Ouvrir l'interrupteur.

4.5. Remplacer l'ampoule L_4 par l'ampoule L_1 ; reprendre le point 4.2.

5. EXPLOITATION

5.1. Noter les observations dans un tableau de synthèse semblable à celui-ci:

| Manipulation | Montage | Éclat de l'ampoule lors de la fermeture du circuit | Éclat de l'ampoule en régime permanent | Le moteur | |
|--------------|---|--|--|-----------|---------------|
| | | | | tourne | ne tourne pas |
| 4.2 | L_4 et  en série | | | | |
| 4.5 | L_1 et  en série | | | | |

5.2. Le moteur tourne-t-il dans les deux manipulations 4.2 et 4.5? Comment expliquer le comportement du moteur dans les deux cas?

5.3. L'ampoule L_4 éclaire-t-elle de la même façon lors de la fermeture du circuit et en régime permanent? Que peut-on en conclure?

5.4. Expliquer l'éclat de l'ampoule L_4 lorsqu'on empêche le moteur de tourner.

5.5. L'ampoule L_1 éclaire-t-elle de la même façon lors de la fermeture du circuit et en régime permanent? Que peut-on en conclure?

FICHE N° 17
LOI D'OHM

1. BUT DE LA MANIPULATION

Étudier la relation entre l'intensité du courant qui traverse un conducteur et la tension électrique appliquée à ses bornes.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 2 piles de 4,5 V*
- 2 piles de 1,5 V**
- 1 interrupteur
- 1 résistor
- 1 ampèremètre
- 1 voltmètre
- Fils de connexion

3. MONTAGES

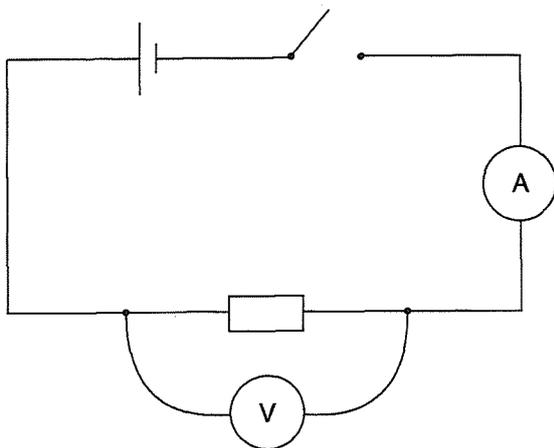


Figure 17.1

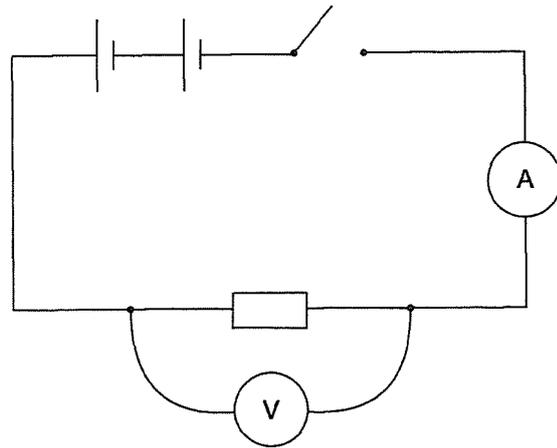


Figure 17.2

* Une seule pile de 4,5 V est présente dans la collection, il est donc nécessaire d'en prélever une autre dans une deuxième collection.

** Une seule pile de 1,5 V est présente dans la collection, il est donc nécessaire d'en prélever une autre dans une deuxième collection.

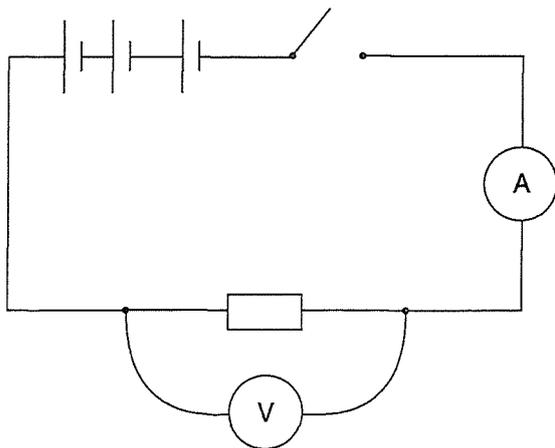


Figure 17.3

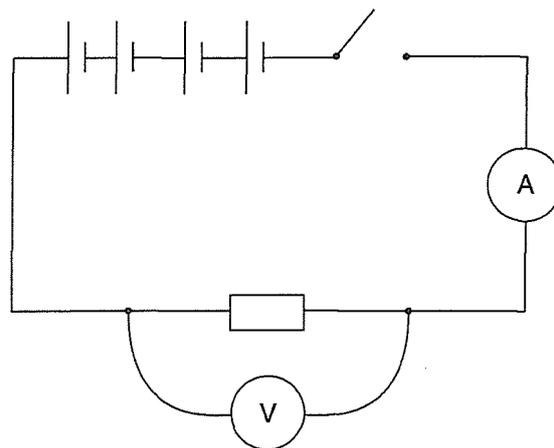


Figure 17.4

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage représenté à la figure 17.1 en utilisant une pile de 1,5 V (voltmètre: calibre 5 V^{*}; ampèremètre: calibre 50 mA^{**}). **Attention au sens de raccordement du voltmètre et de l'ampèremètre.**

4.2. Fermer l'interrupteur. Lire l'intensité I du courant qui circule dans le circuit et la tension aux bornes du conducteur. Les noter. Ouvrir l'interrupteur.

4.3. Réaliser le montage représenté à la figure 17.2 en utilisant deux piles de 1,5 V (voltmètre: calibre 5 V^{***}; ampèremètre: calibre 50 mA^{****}). **Attention au sens de raccordement du voltmètre et de l'ampèremètre.**

4.4. Reprendre le point 4.2.

4.5. Réaliser le montage représenté à la figure 17.1 en utilisant une pile de 4,5 V (voltmètre: calibre 10 V^{***}; ampèremètre: calibre 50 mA). **Attention au sens de raccordement du voltmètre et de l'ampèremètre.**

4.6. Reprendre le point 4.2.

4.7. Réaliser le montage représenté à la figure 17.2 en utilisant une pile de 1,5 V et une pile de 4,5 V (voltmètre: calibre 10 V^{***}; ampèremètre: calibre 200 mA). **Attention au sens de raccordement du voltmètre et de l'ampèremètre.**

* Sélectionner le calibre 2 V si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

** Sélectionner le calibre 20 mA si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

*** Sélectionner le calibre 20 V si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

**** Sélectionner le calibre 200 mA si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

4.8. Reprendre le point 4.2.

4.9. Réaliser le montage représenté à la figure 17.3 en utilisant une pile de 4,5 V et deux piles de 1,5 V (voltmètre: calibre 10 V*; ampèremètre: calibre 200 mA). **Attention au sens de raccordement du voltmètre et de l'ampèremètre.**

4.10. Reprendre le point 4.2.

4.11. Réaliser le montage représenté à la figure 17.2 en utilisant deux piles de 4,5 V (voltmètre: calibre 10 V*; ampèremètre: calibre 200 mA). **Attention au sens de raccordement du voltmètre et de l'ampèremètre.**

4.12. Reprendre le point 4.2.

4.13. Réaliser le montage représenté à la figure 17.3 en utilisant deux piles de 4,5 V et une pile de 1,5 V (voltmètre: calibre 20 V; ampèremètre: calibre 200 mA).

4.14. Reprendre le point 4.2.

4.15. Réaliser le montage représenté à la figure 17.4 en utilisant deux piles de 4,5 V et deux piles de 1,5 V (voltmètre: calibre 20 V; ampèremètre: calibre 200 mA).

4.16. Reprendre le point 4.2.

* Sélectionner le calibre 20 V si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les résultats de mesure dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Générateurs utilisés | U (V) | I (A) |
|---|-------|-------|
| 1 pile de 1,5 V | | |
| 2 piles de 1,5 V | | |
| 1 pile de 4,5 V | | |
| 1 pile de 1,5 V et 1 pile de 4,5 V | | |
| 1 pile de 4,5 V et 2 piles de 1,5 V | | |
| 2 piles de 4,5 V | | |
| 2 piles de 4,5 V et 1 pile de 1,5 V | | |
| 2 piles de 4,5 V et 2 piles de 1,5 V | | |

5.2. Porter en graphique l'intensité I du courant en fonction de la tension U.

5.3. Examiner le graphique. Quelle relation mathématique peut-on établir entre les grandeurs I et U?

5.4. La conductance électrique G d'un matériau est mesurée par le rapport de l'intensité du courant qui le parcourt à la tension établie entre ses extrémités.

Autrement dit, $G \left(\frac{A}{V} \right) = \frac{I (A)}{U (V)}$

Calculer le coefficient de direction de la droite obtenue et la conductance du conducteur utilisé.

5.5. La résistance électrique R d'un matériau est mesurée par le rapport de la tension établie entre ses extrémités à l'intensité du courant qui le parcourt.

Autrement dit, $R \left(\frac{V}{A} \right) = R (\Omega) = \frac{U (V)}{I (A)} = \frac{1}{G \left(\frac{A}{V} \right)}$

Calculer la résistance du conducteur utilisé ici.

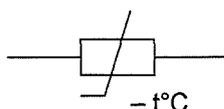
FICHE N° 18

THERMISTOR À COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE NÉGATIF

1. BUT DE LA MANIPULATION

Mettre en évidence le comportement d'un thermistor à coefficient de température négatif.

Sa représentation symbolique est:



2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 pile de 1,5 V
- 1 interrupteur
- 1 ampoule L_1 (6 V, 50 mA), repérée par un point de couleur rouge, et son support
- 1 thermistor CTN de 220Ω
- 1 ampèremètre
- Fils de connexion.
- 1 boîte d'allumettes*

3. MONTAGE

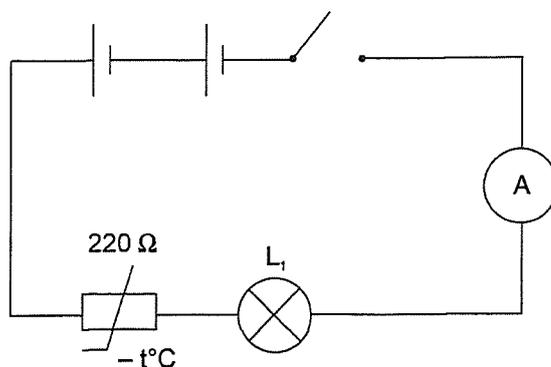


Figure 18.1

* Matériel ne faisant pas partie de la collection.

4. MANIPULATION

- 4.1. Réaliser le montage représenté à la figure 18.1 (ampèremètre: calibre 50 mA*).
- 4.2. Fermer l'interrupteur. Observer l'éclat de l'ampoule. Noter l'observation. Lire l'intensité du courant circulant dans le circuit. La noter.
- 4.3. Enflammer une allumette et l'approcher du thermistor (ne pas chauffer le composant pendant plus de trois ou quatre secondes). Observer l'éclat de l'ampoule. Noter l'observation. Lire l'intensité du courant circulant dans le circuit. La noter.
- 4.4. Laisser refroidir le thermistor.
- 4.5. Observer à nouveau l'éclat de l'ampoule et l'indication de l'ampèremètre. Noter l'observation.
- 4.6. Ouvrir l'interrupteur.
- 4.7. Permuter les fils de connexion aux bornes du thermistor. Reprendre le point 4.2.
- 4.8. Reprendre le point 4.3.
- 4.9. Reprendre les points 4.4 et 4.5.
- 4.10. Ouvrir l'interrupteur.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les observations et les résultats de mesure dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Éclat de l'ampoule | I (mA) |
|---------------------------------|--------------------|--------|
| 4.2 avant le chauffage | | |
| 4.3 pendant le chauffage | | |
| 4.5 après le refroidissement | | |
| 4.7 avant le chauffage | | |
| 4.8 pendant le chauffage | | |
| 4.9 après le refroidissement | | |

* Ou calibre 200 mA, si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

5.2. Un thermistor placé dans un circuit permet-il de détecter le type de tension (continue ou alternative) fournie par un générateur? Justifier la réponse.

5.3. Comment varie la résistance du thermistor en fonction de la température? Justifier la réponse.

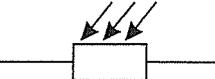
5.4. Quel serait l'éclat de l'ampoule si le thermistor était plongé dans un mélange d'eau et de glace?

5.5. Rechercher ou imaginer deux applications pratiques des thermistors.

FICHE N° 19
PHOTORÉSISTOR

1. BUT DE LA MANIPULATION

Mettre en évidence le comportement d'un photorésistor appelé LDR (*Light Dependant Resistor*).

Sa représentation symbolique est: 

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 pile de 4,5 V
- 1 interrupteur
- 1 LED
- 1 photorésistor
- 1 ampèremètre
- 1 éclairage d'appoint (lampe de bureau, lampe de Reuter,...)*
- Fils de connexion

3. MONTAGE

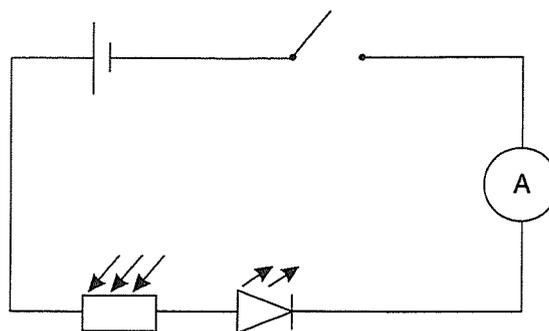


Figure 19.1

* Matériel ne faisant pas partie de la collection.

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage représenté à la figure 19.1 (ampèremètre: calibre 50 mA*).
Attention au sens de raccordement de la LED.

4.2. Couvrir le photorésistor avec la main.

4.3. Estimer l'éclat de la LED. Noter les observations. Lire l'intensité du courant circulant dans le circuit. La noter.

4.4. Retirer la main afin de ne plus masquer le photorésistor.

4.5. Reprendre le point 4.3.

4.6. Éclairer fortement le photorésistor.

4.7. Reprendre le point 4.3.

4.8. Ouvrir l'interrupteur.

4.9. Permuter les fils de connexion aux bornes du photorésistor. Fermer l'interrupteur. Reprendre les points 4.2 et 4.3.

4.10. Reprendre le point 4.4. Estimer l'éclat de la LED. Noter les observations. Lire l'intensité du courant circulant dans le circuit. La noter.

4.11. Reprendre le point 4.6. Estimer l'éclat de la LED. Noter les observations. Lire l'intensité du courant circulant dans le circuit. La noter.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les observations et les résultats de mesure dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Manipulation | Éclat de la LED | I (mA) |
|---------------------------|-----------------|--------|
| 4.3 dans l'obscurité | | |
| 4.5 éclairage moyen | | |
| 4.7 éclairage intense | | |
| 4.9 dans l'obscurité | | |
| 4.10 éclairage moyen | | |
| 4.11 éclairage intense | | |

* Ou calibre 20 mA, si l'on utilise le multimètre à affichage numérique.

5.2. Un photorésistor placé dans un circuit permet-il de détecter le type de tension (continue ou alternative) fournie par un générateur? Justifier la réponse.

5.3. Comment varie la résistance du photorésistor en fonction de l'éclairement? Justifier la réponse.

5.4. Rechercher ou imaginer deux applications pratiques des photorésistors.

FICHE N° 20

TRACÉ DE CARACTÉRISTIQUES D'UN THERMISTOR À COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE NÉGATIF

1. BUT DE LA MANIPULATION

Étudier la variation de l'intensité du courant traversant un thermistor en fonction de la tension appliquée à ses bornes et ce à différentes températures.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 générateur de tension continue variable*
- 1 thermistor CTN de 220Ω
- 1 ampèremètre
- 1 voltmètre
- 1 interrupteur
- Fils de connexion
- 1 sèche-cheveux*
- Un peu de glace pilée contenue dans un sachet plastique*
- 1 statif*
- 1 pince*
- 1 noix*

3. MONTAGE

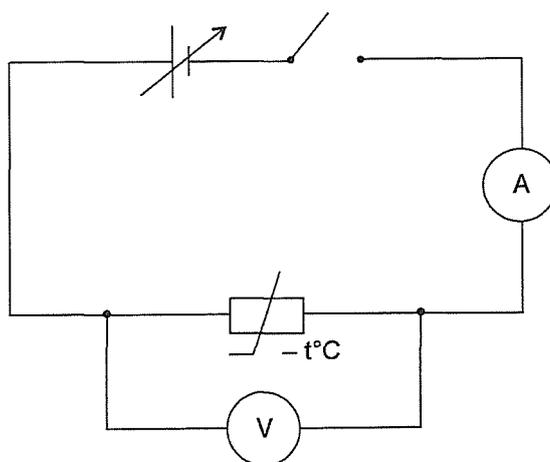


Figure 20.1

* Matériel ne faisant pas partie de la collection.

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage représenté à la figure 20.1.

4.2. Fermer l'interrupteur. Pour des valeurs croissantes de la tension délivrée par le générateur, lire les valeurs de la tension U aux bornes du thermistor et de l'intensité I du courant qui le traverse. Les noter. Effectuer six à huit mesures environ.

Attention! Arrêter celles-ci lorsque la puissance dissipée atteint 50 mW, valeur limite précisée par le constructeur (rappel: $P_{\max} = UI = 50 \text{ mW}$).

4.3. Ouvrir l'interrupteur.

4.4. Maintenir un petit sac contenant de la glace pilée en contact étroit avec le thermistor. Attendre une à deux minutes (le thermistor devant se refroidir), puis reprendre le point 4.2.

4.5. Ouvrir l'interrupteur.

4.6. À l'aide du statif et de ses accessoires, fixer le sèche-cheveux à environ 25 cm au-dessus du thermistor de façon à chauffer celui-ci le plus régulièrement possible. Attendre une à deux minutes (le thermistor devant s'échauffer), puis reprendre le point 4.2.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les résultats de mesure dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| À la température ambiante | | À la température de la glace fondante | | À la température de l'air chauffé | |
|---------------------------|--------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|
| U (V) | I (mA) | U (V) | I (mA) | U (V) | I (mA) |
| | | | | | |

5.2. Dans un **même système d'axes**, porter en graphique l'intensité I du courant en fonction de la tension U aux bornes du thermistor et ce **pour les trois températures**.

5.3. Analyser le graphique et, si son allure le permet, calculer le coefficient de direction des droites obtenues. Les exprimer dans le système international d'unités.

5.4. En se référant à la **définition de la résistance électrique d'un récepteur**, calculer la **résistance** du thermistor aux trois températures choisies.

5.5. À partir des résultats obtenus, définir ce qu'on appelle un **thermistor à coefficient de température négatif**.

TRACÉ DE CARACTÉRISTIQUES D'UN PHOTORÉSISTOR

1. BUT DE LA MANIPULATION

Étudier la variation de l'intensité du courant traversant un photorésistor en fonction de la tension appliquée à ses bornes et ce pour différents éclairagements de celui-ci.

2. MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- 1 générateur de tension continue variable*
- 1 photorésistor
- 1 ampèremètre
- 1 voltmètre
- 1 interrupteur
- Fils de connexion
- 1 éclairage d'appoint (lampe de bureau, lampe de Reuter) réglable en hauteur*

3. MONTAGE

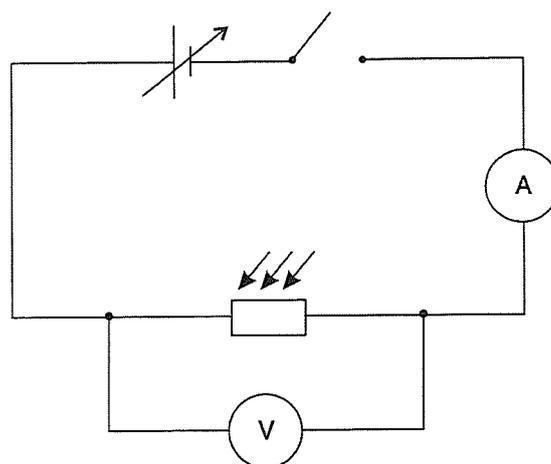


Figure 21.1

* Matériel ne faisant pas partie de la collection.

4. MANIPULATION

4.1. Réaliser le montage représenté à la figure 21.1.

4.2. Fermer l'interrupteur*. Pour des valeurs croissantes de la tension délivrée par le générateur, lire les valeurs de la tension U aux bornes du photorésistor et de l'intensité I du courant qui le traverse. Les noter. Effectuer six à huit mesures environ.

Attention! Arrêter celles-ci lorsque la puissance dissipée atteint 50 mW, valeur limite précisée par le constructeur (rappel: $P_{\max} = UI = 50 \text{ mW}$).

4.3. Ouvrir l'interrupteur.

4.4. Éclairer le photorésistor en fixant une lampe à environ 40 cm au-dessus de celui-ci. Reprendre le point 4.2.

4.5. Ouvrir l'interrupteur.

4.6. Approcher la lampe à environ 25 cm du photorésistor. La fixer. Reprendre le point 4.2.

5. EXPLOITATION

5.1. Présenter les résultats de mesure dans un tableau de synthèse analogue à celui-ci:

| Éclairage ambiant | | Lampe à 40 cm | | Lampe à 25 cm | |
|-------------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| U (V) | I (mA) | U (V) | I (mA) | U (V) | I (mA) |
| | | | | | |

5.2. Dans un même système d'axes, porter en graphique l'intensité I du courant en fonction de la tension U aux bornes du photorésistor et ce **pour les trois éclairagements différents**.

5.3. Analyser le graphique et, si son allure le permet, calculer les coefficients de direction des droites obtenues. Les exprimer dans le système international d'unités.

5.4. En se référant à la **définition de la résistance électrique d'un récepteur**, calculer la **résistance** du photorésistor utilisé ici pour les trois éclairagements différents.

5.5. À partir des résultats obtenus, définir ce qu'on appelle un **photorésistor**.

* Durant les mesures, il est nécessaire de veiller à ce que l'éclairage du photorésistor ne change pas.

*Cet ouvrage est en vente au Centre technique et pédagogique de
l'Enseignement de la Communauté française,
route de Bavay, 2B, à 7080 Frameries.
Téléphone: (065)66 73 22 — 67 62 61. Fax: (065)66 14 21.
Courriel: ctp.frameries@restode.cfwb.be
ctp.frameries@unicall.be*





ÉDITION

CENTRE TECHNIQUE ET PÉDAGOGIQUE
DE L'ENSEIGNEMENT DE LA COMMUNAUTÉ FRANÇAISE