

Collection pour l'étude des tensions électromotrices et des résistances (générateurs et récepteurs)

EE 2000 32133



Mode d'emploi



Centre technique et pédagogique
de l'Enseignement de la Communauté française

Table des matières

1. Avant-propos	3
2. Liste du matériel	3
3. Symboles utilisés	4
4. Loi d'Ohm	5
Résistor dont la température reste constante	5
Résistor dont la température varie	7
5. Tension électromotrice et résistance interne d'un générateur	10
6. Tension contre-électromotrice et résistance interne d'un moteur	13
7. Association de résistances en parallèle	15
8. Association de résistances en série	17
9. Annexe: Tension contre-électromotrice et résistance interne d'un électrolyseur	19

1. Avant-propos

Le matériel expérimenté ci-dessous a été développé dans le cadre du programme d'électrocinétique en 5^e sciences générales. Son usage est limité à l'étude en courant continu.

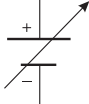



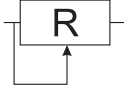



Au départ d'un schéma, les élèves apprennent l'assemblage d'un circuit électrique simple, l'utilisation d'un générateur et d'un multimètre (en voltmètre et en ampèremètre). Ils redécouvrent la loi d'Ohm et la variation de la résistance électrique en fonction de la température. L'étude de la tension électromotrice et de la résistance interne d'un générateur est ensuite abordée. Elle est suivie par l'observation de la tension contre-électromotrice et de la résistance interne d'un moteur électrique. La collection permet également l'étude des associations de résistances en série et en parallèle. Une annexe présente la détermination de la tension contre-électromotrice et de la résistance interne d'un électrolyseur utilisant des électrodes de carbone; celles-ci sont disponibles séparément (réf. ED 0602 21112).

L'étude de l'électrocinétique peut être complétée par la vérification de la formule de la puissance électrique et de l'étude du rendement d'un moteur électrique en utilisant du matériel disponible auprès du Centre technique et pédagogique. Il s'agit de l'ampoule 6 V; 5 W (réf. ET 0700 26402) et du moteur réducteur sur tige (réf. MV 0430 52461). Toutefois, le générateur de la collection n'est pas adapté à leur expérimentation. Les générateurs repris sous les références EE 2000 34223 et EE 2700 11134 conviennent parfaitement.

2. Liste du matériel

- 1 générateur de courant continu (intensité variable)
- 1 plaque de base
- 1 résistor 50 Ω ; 10 W
- 1 rhéostat 0 à 1000 Ω ; 3 W
- 1 ampoule 2,5 V; 60 mA
- 1 moteur électrique
- 1 cavalier
- 1 planchette pour le support des éléments
- 1 boîte en matière plastique

3. Symboles utilisés

Élément de circuit	Symbole
Générateur de courant continu variable	
Voltmètre	
Ampèremètre	
Résistor (résistance constante)	
Rhéostat (résistance variable)	
Ampoule	
Moteur électrique	
Cavalier	

4. Loi d'Ohm

Résistor dont la température reste constante

But

- Tracer la représentation graphique de la différence de potentiel aux bornes d'un résistor en fonction de l'intensité du courant électrique qui la traverse. Cette représentation est appelée «caractéristique d'un résistor».
- Établir la relation mathématique liant la différence de potentiel appliquée aux bornes d'un résistor, à l'intensité du courant électrique qui la traverse. Nommer la loi qui correspond à cette relation.
- Mesurer expérimentalement la résistance d'un résistor.

Matériel

- 1 générateur de courant continu (intensité variable)
- 1 plaque de base
- 1 résistor 50 Ω ; 10 W
- 2 multimètres
- 1 cavalier (facultatif)
- Fils de connexion

Schéma

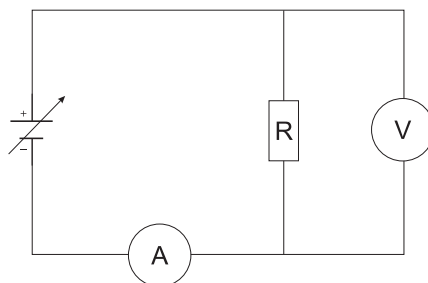


Fig. 4.1

Manipulations

1. Régler un multimètre en voltmètre (calibre 20 V) et l'autre en ampèremètre (calibre 200 mA).
2. Réaliser le montage représenté ci-dessus.
3. Mesurer I et U pour des intensités de courant électrique croissant de 0 A à 0,060 A environ; la variation de la température du résistor reste ainsi négligeable. Faire huit à dix mesures. Noter les résultats obtenus dans un tableau tel que celui ci-après.

I (10 ⁻³ A)	U (V)

Exploitation

1. Tracer le graphique de la différence de potentiel (U) appliquée aux bornes du résistor en fonction de l'intensité (I) du courant électrique qui le traverse. Cette représentation graphique est appelée «caractéristique du résistor».
2. Établir la relation mathématique $U = f(I)$.
3. La résistance R d'un résistor représente sa propriété à s'opposer au passage du courant électrique.

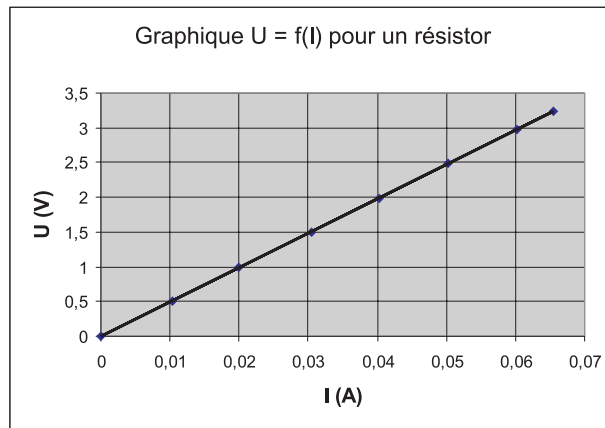
Sa valeur est calculée par la relation $R (\Omega) = \frac{U (V)}{I (A)}$.

Expliquer ce que représente le coefficient de direction (la pente) de la droite tracée au point 1.

4. Déterminer la résistance du résistor expérimenté.
5. Quel est le nom de la loi mise en évidence?
6. Écrire la formule $U = f(I)$ correspondant à cette loi.
7. Expliquer ce que signifient les indications «50 Ω ; 10 W» qui figurent sur le boîtier du résistor.

Exemple de résultats

I (10 ⁻³ A)	U (V)
0,0 ± 0,1	0,00 ± 0,01
10,4 ± 0,1	0,51 ± 0,01
20,0 ± 0,2	0,99 ± 0,01
30,4 ± 0,4	1,50 ± 0,01
40,3 ± 0,5	1,99 ± 0,01
50,2 ± 0,6	2,48 ± 0,01
60,2 ± 0,7	2,97 ± 0,01
65,5 ± 0,8	3,23 ± 0,02



- U et I sont directement proportionnels. La pente de la droite du graphique $U = f(I)$ représente la résistance du résistor étudié: $R = (49,3 \pm 1,5) \Omega$.
- La loi mise en évidence est appelée «Loi d'Ohm». Elle se formule: $U = R.I$
- L'étiquette du composant utilisé mentionne sa résistance (50Ω) et la puissance maximale qu'il peut dissiper (10 W).

Résistor dont la température varie

But

- Tracer la caractéristique $U = f(I)$ d'une ampoule électrique.
- Observer comment la résistance varie avec la température.

Matériel

- 1 générateur de courant continu (intensité variable)
- 1 plaque de base
- 1 ampoule 2,5 V; 60 mA
- 2 multimètres
- 1 cavalier (facultatif)
- Fils de connexion

Schéma

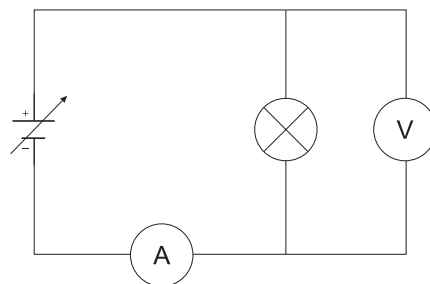


Fig. 4.2

Manipulations

1. Régler un multimètre en voltmètre (calibre 20 V) et l'autre en ampèremètre (calibre 200 mA).
2. Réaliser le montage représenté ci-avant.
3. Mesurer I et U pour des intensités de courant électrique croissant de 0 à 0,060 A environ; noter l'éclairement de l'ampoule. Faire huit à dix mesures. Noter les résultats obtenus dans un tableau tel que celui ci-dessous. (Ne rien indiquer dans la quatrième colonne du tableau.)

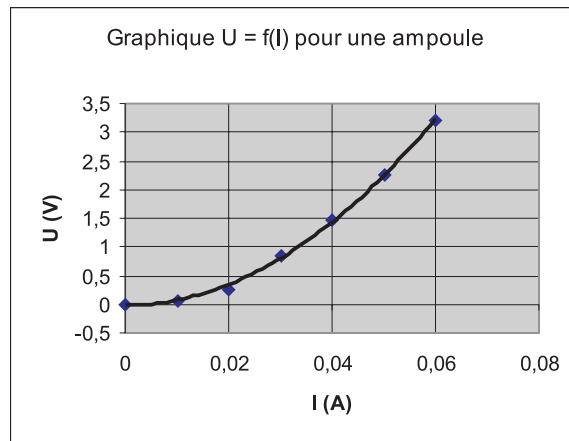
I (A)	U (V)	Éclairement de l'ampoule	

Exploitation

1. Tracer le graphique de la différence de potentiel appliquée aux bornes de l'ampoule (U) en fonction de l'intensité (I) du courant électrique qui la traverse. Cette représentation graphique est appelée «caractéristique de l'ampoule».
2. Commenter l'allure du graphique en fonction de l'éclairement de l'ampoule (segment de droite, de courbe, inclinaison...).
3. Compléter la quatrième colonne du tableau ci-dessus où R est la résistance du filament de l'ampoule; elle est déterminée par $R (\Omega) = \frac{U (V)}{I (A)}$.
4. Commenter les valeurs de la résistance en relation avec la température du filament appréciée à partir de l'éclairement de l'ampoule.
5. Expliquer l'allure du graphique en se basant sur les valeurs de la résistance du filament.

Exemple de résultats

I (10 ⁻³ A)	U (V)	Ampoule	R (Ω)
0,0 ± 0,1	0,00 ± 0,01	éteinte	—
10,0 ± 0,1	0,07 ± 0,01	éteinte	7,0 ± 1,1
20,2 ± 0,2	0,27 ± 0,01	éteinte	13,4 ± 0,7
30,1 ± 0,4	0,83 ± 0,01	rougeioie	27,6 ± 0,7
40,0 ± 0,5	1,47 ± 0,01	brille faiblement	36,8 ± 0,7
50,1 ± 0,6	2,24 ± 0,01	brille	44,7 ± 0,8
60,2 ± 0,7	3,21 ± 0,02	brille fortement	53,3 ± 0,9



- Le graphique $U = f(I)$ montre une courbe croissante.
- Lorsque le filament rougeoit puis brille, sa température augmente progressivement et sa résistance augmente.
- Cette augmentation de la résistance est responsable de l'incurvation du graphique $U = f(I)$.

5. Tension électromotrice et résistance interne d'un générateur

But

- Montrer que la différence de potentiel aux bornes d'un générateur n'est pas la même lorsqu'un courant électrique circule ou ne circule pas dans le circuit. Introduire les notions de tension électromotrice et de résistance interne d'un générateur.
- Tracer la caractéristique $U = f(I)$ d'un générateur électrique.
- Établir la relation mathématique liant la différence de potentiel délivrée par le générateur à l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit.
- Mesurer expérimentalement la valeur de la tension électromotrice et la valeur de la résistance interne du générateur étudié.

Matériel

- 1 générateur de courant continu
- 1 plaque de base
- 1 ampoule 2,5 V; 60 mA
- 1 résistance 50 Ω ; 10 W
- 1 rhéostat 0 à 1000 Ω ; 3 W
- 2 multimètres
- 1 cavalier
- Fils de connexion

Schémas

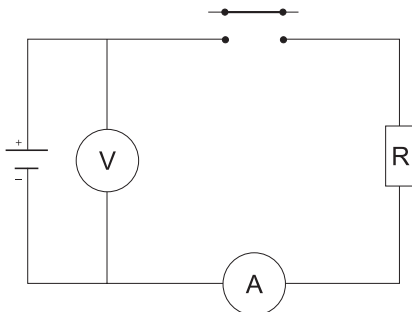


Fig. 5.1

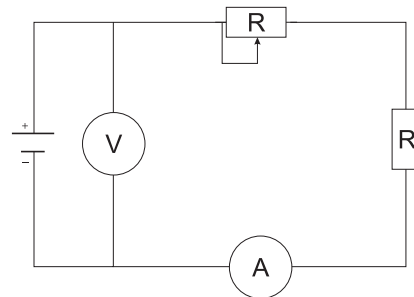


Fig. 5.2

Manipulation 1: tension électromotrice (E) et résistance interne (r) d'un générateur

1. Régler un multimètre en voltmètre (calibre 20 V).
2. Réaliser le montage représenté à la figure 5.1, le cavalier n'étant pas mis en place (circuit ouvert).
3. Tourner le bouton du générateur à fond vers la droite. Ne plus modifier ce réglage.
4. Mesurer la différence de potentiel $U_{\text{générateur}}$ aux bornes du générateur (circuit ouvert). Noter la valeur mesurée dans un tableau tel que celui ci-après.
5. Fermer le circuit par la mise en place du cavalier.
6. Mesurer la différence de potentiel $U_{\text{générateur}}$ aux bornes du générateur (circuit fermé). Noter la valeur mesurée dans un tableau tel que celui ci-après.

7. Ouvrir le circuit en retirant le cavalier.

Circuit	$U_{\text{générateur}}$ (V)
ouvert	
fermé	

Exploitation 1

1. Comparer la valeur de $U_{\text{générateur}}$ lorsque le circuit est ouvert avec la valeur de $U_{\text{générateur}}$ lorsque le circuit est fermé.
2. Expliquer pourquoi les valeurs mesurées sont différentes. Utiliser les termes «résistance interne» et «tension électromotrice» après s'être renseigné dans un ouvrage scientifique.

Exemple de résultats 1

Circuit	$U_{\text{générateur}}$ (V)
ouvert	4,01 ± 0,02
fermé	3,57 ± 0,02

- $U_{\text{générateur}}$ est plus élevée lorsque le circuit est ouvert: on appelle «tension électromotrice» (E), la tension aux bornes du générateur lorsqu'il ne délivre aucun courant électrique ($I = 0$ A).
- La tension mesurée aux bornes du générateur est plus faible lorsqu'un courant électrique circule dans le circuit: la tension électromotrice délivrée par le générateur se répartit entre la résistance de ses composants appelée «résistance interne» (r) et la résistance du circuit extérieur au générateur.

Manipulation 2: mesure de E et de r

1. Régler un multimètre en voltmètre (calibre 20 V) et l'autre en ampèremètre (calibre 200 mA).
2. Réaliser le montage représenté à la figure 5.2.
3. Tourner le bouton du générateur à fond vers la droite. Ne plus modifier ce réglage.
4. Tourner le bouton du rhéostat de telle manière que sa résistance soit maximale.
5. Mesurer I et $U_{\text{générateur}}$ pour des intensités de courant électrique croissant de 0 A à 0,070 A environ. Les différentes valeurs de l'intensité sont obtenues en tournant le bouton du potentiomètre. Faire cinq à huit mesures. Noter les résultats dans un tableau tel que celui ci-dessous.

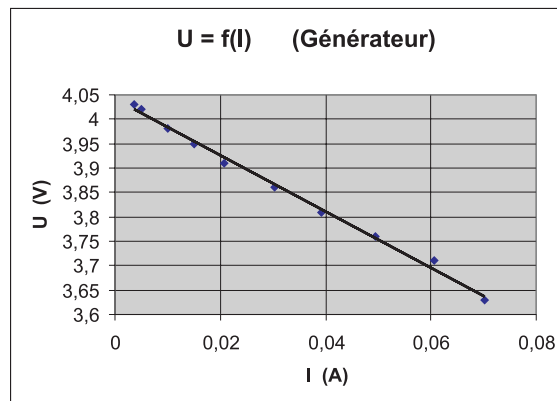
I (A)	$U_{\text{générateur}}$ (V)

Exploitation 2

1. Tracer le graphique de la différence de potentiel $U_{\text{générateur}}$ délivrée aux bornes du générateur en fonction de l'intensité I du courant électrique qui traverse le circuit. Cette représentation graphique est appelée «caractéristique du générateur».
2. Établir la relation mathématique $U = f(I)$ correspondant à ce graphique.
3. Donner un sens physique au coefficient de direction et à l'ordonnée à l'origine de la droite $U = f(I)$ et déterminer ces valeurs.

Exemple de résultats 2

I (10^{-3} A)	$U_{\text{générateur}}$ (V)
$3,6 \pm 0,1$	$4,03 \pm 0,02$
$5,1 \pm 0,1$	$4,02 \pm 0,02$
$10,1 \pm 0,1$	$3,98 \pm 0,02$
$15,1 \pm 0,2$	$3,95 \pm 0,02$
$20,7 \pm 0,2$	$3,91 \pm 0,02$
$30,3 \pm 0,4$	$3,86 \pm 0,02$
$39,2 \pm 0,5$	$3,81 \pm 0,02$
$49,5 \pm 0,6$	$3,76 \pm 0,02$
$60,6 \pm 0,7$	$3,71 \pm 0,02$
$70,2 \pm 0,8$	$6,63 \pm 0,02$



- La droite tracée est décroissante: la tension aux bornes du générateur diminue lorsque l'intensité augmente. Cette droite ne passe pas par l'origine.
- La relation $U = f(I)$ se formule: $U = E - r.I$
- La valeur absolue du coefficient de direction de la droite mesure la résistance interne du générateur: $r = (5,74 \pm 0,68) \Omega$.
- L'ordonnée à l'origine mesure la tension électromotrice du générateur: $E = (4,04 \pm 0,03) V$.

6. Tension contre-électromotrice et résistance interne d'un moteur

But

Montrer que la différence de potentiel aux bornes d'une ampoule placée en série avec un moteur électrique n'est pas la même selon que le moteur tourne ou ne tourne pas. Introduire les notions de tension contre-électromotrice et de résistance interne d'un moteur électrique.

Matériel

- 1 générateur de courant continu (intensité variable)
- 1 plaque de base
- 1 ampoule 2,5 V; 60 mA
- 1 moteur électrique
- 2 multimètres
- 1 cavalier (facultatif)
- Fils de connexion

Schéma

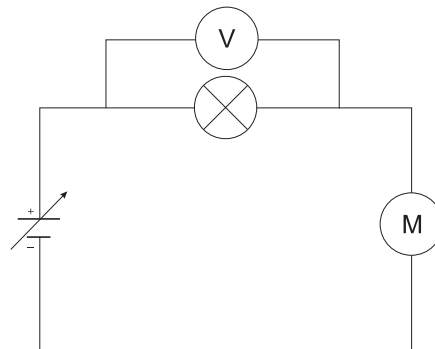


Fig. 6.1

Manipulation

1. Régler un multimètre en voltmètre (calibre 20 V).
2. Réaliser le montage représenté ci-dessus.
3. Tourner le bouton du générateur à fond vers la droite tout en empêchant la rotation du moteur.
4. Mesurer la tension U_{ampoule} aux bornes de l'ampoule; observer son éclairage. Noter le résultat de mesure et l'observation dans un tableau tel que celui ci-après.
5. Lâcher le moteur pour permettre sa rotation (lui donner éventuellement une légère impulsion pour vaincre son inertie au démarrage).
6. Mesurer la tension U_{ampoule} aux bornes de l'ampoule; observer son éclairage. Noter le résultat de mesure et l'observation dans un tableau tel que celui ci-après.

Moteur	U_{ampoule} (V)	Ampoule
bloqué		
en rotation		

Exploitation

1. Comparer la valeur de U_{ampoule} lorsque le moteur est bloqué avec la valeur de U_{ampoule} lorsque le moteur tourne.
2. Expliquer pourquoi les valeurs mesurées sont différentes. Utiliser les termes «résistance interne» et «tension contre-électromotrice» après s'être renseigné dans un ouvrage scientifique.

Exemple de résultats

Moteur	U_{ampoule} (V)	Ampoule
bloqué	$3,26 \pm 0,01$	brille fortement
en rotation	$1,11 \pm 0,01$	brille faiblement

- U_{ampoule} est plus élevée et l'ampoule brille moins fortement lorsque le moteur tourne.
- Le moteur en rotation produit une tension qui s'oppose à la tension délivrée par le générateur. Cette tension est appelée «tension contre-électromotrice» (E').
- Par ailleurs, le moteur est constitué d'un bobinage qui présente une résistance électrique: c'est la «résistance interne» du moteur (r').

Remarque

Le valeur de la tension contre-électromotrice d'un moteur électrique est liée à sa vitesse de rotation. Comme il est difficile de maintenir cette vitesse constante, la recherche de la tension contre-électromotrice du moteur électrique n'est pas abordée expérimentalement.

Nous proposons la détermination de la tension contre-électromotrice et de la résistance interne d'un électrolyseur en annexe.

7. Association de résistances en parallèle

But

Étudier un montage constitué par une association de résistors placés en parallèle.

Matériel

- 1 générateur de courant continu
- 1 plaque de base
- 1 résistance $50\ \Omega$; 10 W (R_1)
- 1 rhéostat 0 à $1000\ \Omega$; 3 W (R_2)
- 2 multimètres
- 1 cavalier
- Fils de connexion

Schéma

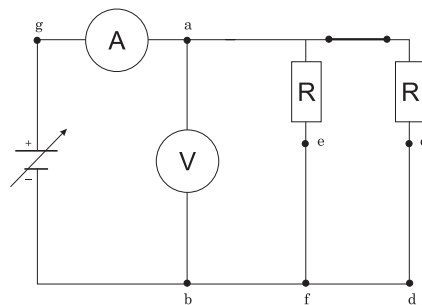


Fig. 7.1

Manipulation

1. Régler un multimètre en ampèremètre (calibre 200 mA) et l'autre en voltmètre (calibre 20 V).
2. Positionner le bouton du rhéostat face à la 4^e graduation ($R_2 \cong 130\ \Omega$).
3. Réaliser le montage représenté ci-dessus. Les points de connexion d et f peuvent être confondus.
4. Tourner le bouton du générateur de manière à appliquer une différence de potentiel de 3,0 V environ. Noter sa valeur exacte (U).
5. Noter l'intensité totale du courant électrique qui circule dans le circuit (I).
6. En déplaçant le voltmètre, mesurer la tension U_1 aux bornes du résistor R_1 et la tension U_2 aux bornes du résistor R_2 . Noter les résultats obtenus.
7. Remplacer l'ampèremètre entre g et a par un fil de connexion.
8. Connecter le voltmètre aux bornes de R_1 . Remplacer le fil de connexion entre c et d par l'ampèremètre. Mesurer la différence de potentiel aux bornes de R_1 . Si la différence de potentiel n'a plus la même valeur que celle mesurée au point 6, la réajuster à l'aide du bouton de réglage du générateur.

9. Mesurer l'intensité du courant I_1 après son passage dans R_1 . Noter le résultat obtenu.
10. Retirer l'ampèremètre entre c et d, le remplacer par un fil de connexion.
11. Connecter le voltmètre aux bornes de R_2 . Remplacer le fil de connexion entre c et d par l'ampèremètre. Mesurer la différence de potentiel aux bornes de R_2 . Si la différence de potentiel n'a plus la même valeur que celle mesurée au point 6, la réajuster à l'aide du bouton de réglage du générateur.
12. Mesurer l'intensité du courant I_2 après son passage dans R_2 . Noter le résultat obtenu.

Exploitation

1. Déterminer la relation qui existe entre la tension U délivrée aux bornes du générateur et les tensions U_1 et U_2 appliquées aux bornes des résistors R_1 et R_2 .
2. Déterminer la relation qui existe entre les intensités du courant I , I_1 et I_2 .
3. À partir des résultats de mesure des tensions et des intensités, déterminer la résistance totale R de l'ensemble des résistors R_1 et R_2 .
4. De même, déterminer la résistance de R_1 et celle de R_2 .
5. Vérifier que la relation entre la résistance R et les résistances R_1 et R_2 est:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Exemple de résultats

$$\begin{array}{lll} U = (3,00 \pm 0,02) \text{ V} & U_1 = (3,00 \pm 0,02) \text{ V} & U_2 = (3,00 \pm 0,02) \text{ V} \\ I = (0,0840 \pm 0,0010) \text{ A} & I_1 = (0,0606 \pm 0,0007) \text{ A} & I_2 = (0,0232 \pm 0,0003) \text{ A} \end{array}$$

La relation $R = \frac{U}{I}$ donne: $R = (37,7 \pm 0,4) \Omega$; $R_1 = (49,5 \pm 0,6) \Omega$; $R_2 = (129 \pm 2) \Omega$

Ainsi:

$$\frac{1}{R} = (0,0280 \pm 0,0003) \Omega^{-1}$$

$$\frac{1}{R_1} = (0,0202 \pm 0,0002) \Omega^{-1}, \quad \frac{1}{R_2} = (0,0077 \pm 0,0001) \Omega^{-1}, \quad \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = (0,0279 \pm 0,0003) \Omega^{-1}$$

Conclusion

Pour une association de résistors en parallèle, on constate que

$$U = U_1 = U_2 \quad I = I_1 + I_2 \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

8. Association de résistances en série

But

Étudier un montage constitué par une association de résistors placés en série.

Matériel

- 1 générateur de courant continu
- 1 plaque de base
- 1 résistance 50Ω ; 10 W (R_1)
- 1 rhéostat 0 à 1000Ω ; 3 W (R_2)
- 1 multimètre
- 1 cavalier
- Fils de connexion

Schéma

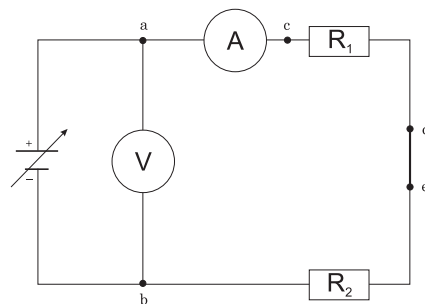


Fig. 8.1

Manipulation

1. Régler le multimètre en voltmètre (calibre 20 V).
2. Positionner le bouton du résistor de résistance variable face à la 4^e graduation ($R_2 \cong 130 \Omega$).
3. Réaliser le montage représenté ci-dessus sans y disposer l'ampèremètre qui est remplacé par un fil de connexion.
4. Tourner le bouton du générateur de manière à appliquer une différence de potentiel de 3,0 V environ. Noter sa valeur exacte (U).
5. En déplaçant le voltmètre, mesurer la tension U_1 aux bornes du résistor R_1 et de la tension U_2 aux bornes du résistor R_2 . Noter les résultats obtenus.
6. Transformer le voltmètre en ampèremètre (calibre 200 mA).
7. Remplacer le fil entre a et c par l'ampèremètre. Mesurer l'intensité du courant I_1 avant son passage dans R_1 . Noter le résultat obtenu.
8. Déconnecter l'ampèremètre et le remplacer par un fil de connexion.
9. Remplacer le cavalier entre d et e par l'ampèremètre. Mesurer l'intensité du courant I_2 avant son passage dans R_2 . Noter le résultat obtenu.

Exploitation

1. Déterminer la relation qui existe entre la tension U appliquée aux bornes du générateur et les tensions U_1 et U_2 appliquées aux bornes des résistors R_1 et R_2 .
2. Comparer les intensités des courants I_1 et I_2 . En déduire la relation liant l'intensité totale du courant dans le circuit I aux intensités I_1 et I_2 .
3. À partir des résultats de mesure des tensions et des intensités, déterminer la résistance R de l'ensemble des résistors R_1 et R_2 , celle de R_1 et celle de R_2 .
4. Établir la relation entre la résistance R et les résistances R_1 et R_2 .

Exemple de résultats

$$U = (3,00 \pm 0,02) \text{ V}$$

$$U_1 = (0,82 \pm 0,01) \text{ V}$$

$$U_2 = (2,17 \pm 0,01) \text{ V}$$

$$I_1 = (0,0165 \pm 0,0002) \text{ A}$$

$$I_2 = (0,0165 \pm 0,0002) \text{ A}$$

La relation $R = \frac{U}{I}$ donne: $R = (182 \pm 2) \Omega$; $R_1 = (49,7 \pm 0,6) \Omega$; $R_2 = (132 \pm 2) \Omega$

Ainsi: $R_1 + R_2 = (181,7 \pm 2,6) \Omega$

Conclusion

Pour une association de résistors en série, on constate que

$$U = U_1 = U_2$$

$$I = I_1 = I_2$$

$$R = R_1 + R_2$$

9. Annexe: Tension contre-électromotrice et résistance interne d'un électrolyseur

But

- Tracer la caractéristique $U = f(I)$ d'un électrolyseur.
- Établir la relation mathématique liant la différence de potentiel aux bornes d'un électrolyseur à l'intensité du courant électrique qui le traverse.
- Mesurer expérimentalement la valeur de la tension contre-électromotrice et la valeur de la résistance interne d'un électrolyseur.

Matériel

- 1 générateur de courant continu (intensité variable)
- 1 plaque de base
- 2 électrodes de carbone avec porte-électrodes (réf. CTP: ED 0602 21112)
- Solution H_2SO_4 (0,0125 mol/l)
- 1 bécher 250 ml (forme haute)
- 2 multimètres
- 1 cavalier (facultatif)
- Fils de connexion

Schéma

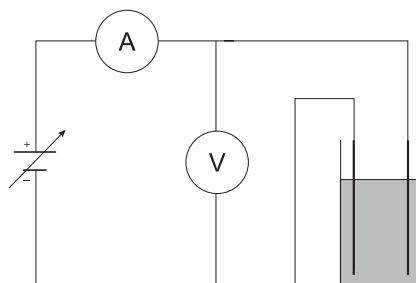


Fig. 9.1

Manipulation

1. Régler un multimètre en voltmètre (calibre 20 V) et l'autre, en ampèremètre (calibre 200 mA).
2. Réaliser le montage représenté ci-dessus.
3. Produire l'électrolyse pendant une durée de 10 secondes avec une intensité de courant électrique d'environ 0,030 A. Des bulles d'hydrogène et d'oxygène se forment le long des électrodes.
4. Mesurer I et U pour des intensités de courant électrique croissant de 0 A à 0,040 A environ. Les différentes valeurs de l'intensité sont obtenues en tournant le bouton du générateur. Faire cinq à huit mesures. Dès que l'intensité du courant s'est stabilisée, noter les résultats dans un tableau tel que celui ci-après.

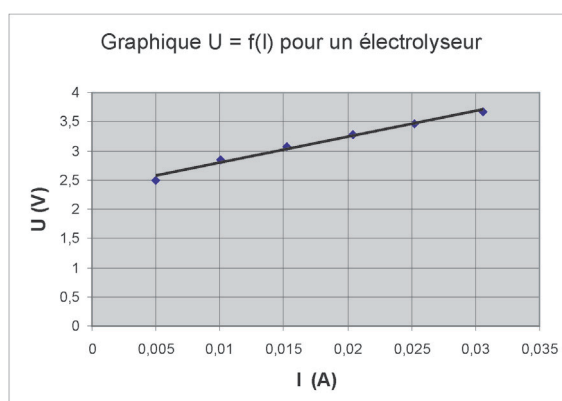
I (V)	U (V)

Exploitation

1. Tracer le graphique de la différence de potentiel U délivrée aux bornes de l'électrolyseur en fonction de l'intensité I du courant électrique qui traverse le circuit. Cette représentation graphique est appelée «caractéristique de l'électrolyseur».
2. Établir la relation mathématique $U = f(I)$.
3. Écrire la formule $U = f(I)$ correspondant à ce graphique.
4. Donner un sens physique à la pente et à l'ordonnée à l'origine de cette droite.

Exemple de résultats

I (V)	U (V)
5,0 ± 0,1	2,50 ± 0,01
10,1 ± 0,1	2,84 ± 0,01
15,2 ± 0,2	3,07 ± 0,02
20,4 ± 0,2	3,28 ± 0,02
25,2 ± 0,2	3,47 ± 0,02
30,6 ± 0,4	3,67 ± 0,02



- La droite tracée est croissante: la tension aux bornes de l'électrolyseur augmente lorsque l'intensité augmente. Cette droite ne passe pas par l'origine.
- La relation $U = f(I)$ se formule: $U = E' + r'.I$
- Le coefficient de direction de la droite mesure la résistance interne de l'électrolyseur: $r' = (44,6 \pm 2,6) \Omega$.
- L'ordonnée à l'origine mesure la tension contre-électromotrice: $E' = (2,30 \pm 0,01) V$.

Remarque

La tension contre-électromotrice et la résistance interne varient avec la concentration de la solution:

Concentration (mol/L)	r' (Ω)	E' (V)
0,0025	351,1	1,4
0,025	44,3	2,4

Les réactions chimiques qui se déroulent aux électrodes sont à l'origine de ces valeurs.

Celles-ci étant complexes et notre objectif étant de proposer une méthode de détermination de r' et de E' , nous laisserons l'explication de ces résultats au professeur de chimie.