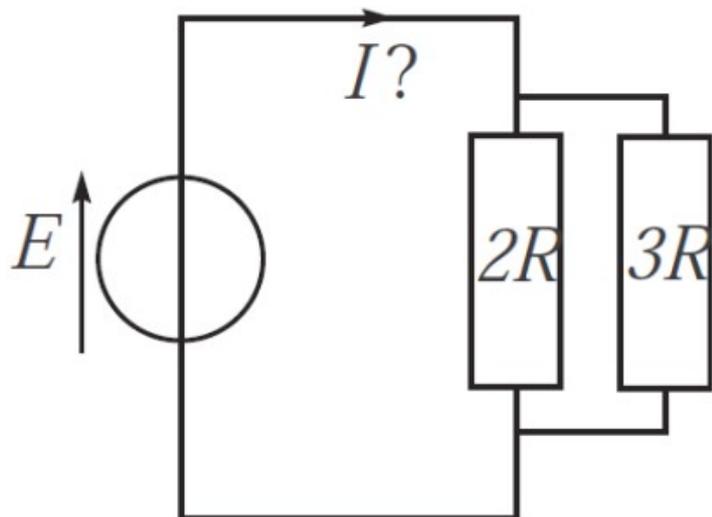


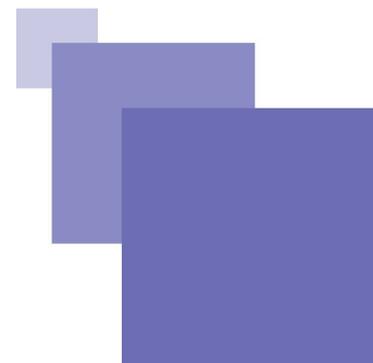
Courant et résistance électriques

*Domaine de Sciences
et Technologie*



FATEH CHOUIA

Table des matières



Objectifs	5
I - Le courant électrique	7
A. Définition.....	7
B. Intensité du courant électrique.....	8
C. Densité de courant.....	8
II - Loi d'Ohm et l'effet Joule	9
A. Loi d'Ohm.....	9
B. Effet Joule.....	10
III - Groupement de résistances	13
A. Groupement en série.....	13
B. Groupement en parallèle.....	14
IV - Auto-évaluation	17
V - Exercice : Exercice	19
Solution des exercices	21
Glossaire	23
Signification des abréviations	25
Bibliographie	27

Objectifs

Ce cours vise à doter les étudiants des connaissances et compétences suivantes :

- D'écrire l'expression du courant et celle de la densité du courant en régime continu dans un fil conducteur.
- Donner les lois de l'électrocinétique (loi d'Ohm, loi de Joule, lois de Kirchhoff) pour un réseau linéaire
- Schématiser les circuits équivalents en donnant les expressions des Résistances équivalentes.

Le courant électrique

Définition	7
Intensité du courant électrique	8
Densité de courant	8

Au XVIIIe siècle, le phénomène électrique est étudié, expérimenté, enseigné ; il enthousiasme les cours et les salons. Mais il faut attendre 1799 et l'invention de la pile par Volta pour pouvoir disposer d'une source de courant. L'Italien Alessandro Volta découvre en 1799 que le contact de deux métaux différents produit un courant électrique. Volta "empile" alternativement des disques de zinc, d'argent et de carton imbibé de solution salée dans laquelle des ions positifs ou négatifs se déplacent. La pile, qu'il présente en 1800 à Napoléon à l'Académie des Sciences, ouvre une nouvelle ère car elle permet d'obtenir un courant continu et donc permanent [1].

A. Définition

Le courant électrique est un déplacement collectif et organisé des porteurs de charges (électrons ou ions). Cet écoulement de charges peut se produire dans le vide (faisceau d'électrons dans les tubes cathodiques..), ou dans la matière conductrice (les électrons dans les métaux, ou les ions dans les électrolytes). Un courant électrique apparaît dans un conducteur quand une différence de potentiel est établie entre les bornes de ce dernier.

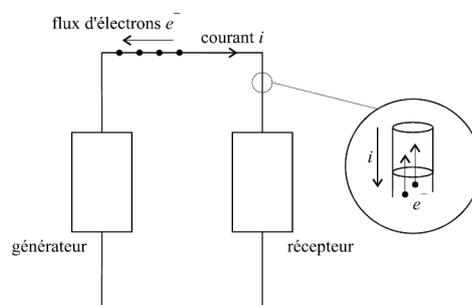


Figure I-1 : Le fonctionnement d'un circuit électrique

B. Intensité du courant électrique

L'intensité du courant électrique est un nombre décrivant le débit de charge électrique à travers une surface donnée, notamment la section d'un fil électrique.

$$I = \frac{dq}{dt}$$

Où : I est l'intensité du courant.

q la charge électrique.

t le temps.

Dans le SI★ d'unités, l'intensité du courant se mesure en ampères, une unité de base dont le symbole normalisé est A. Un ampère correspond à un débit de charge d'un coulomb par seconde.

L'intensité se mesure à l'aide d'un ampèremètre qui doit être branché en série dans le circuit.

C. Densité de courant

La densité de courant est un vecteur décrivant le courant électrique à l'échelle locale. Sa direction indique celle du déplacement des porteurs de charge (mais son sens peut être opposé pour des porteurs négatifs) et sa norme correspond à l'intensité du courant par unité de surface. Elle est relié au courant électrique par :

$$I = \iint_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$$

où : I est l'intensité du courant ; S une surface, j la densité de courant; d S le vecteur surface élémentaire

Dans le système international d'unités, la densité de courant se mesure en ampères par mètre carré (A•m⁻²) [2].

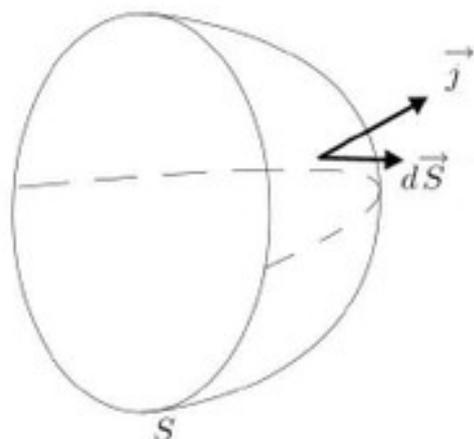
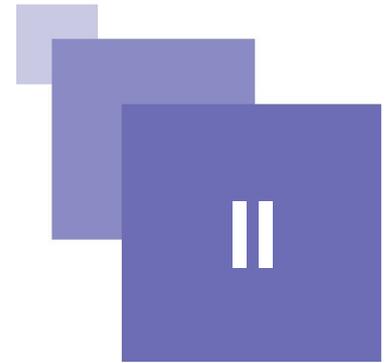


Figure I .2 :Densité de courant

Loi d'Ohm et l'effet Joule



Loi d'Ohm

9

Effet Joule

10

A. Loi d'Ohm

La différence de potentiel ou tension U (en volts) aux bornes d'une résistance R (en ohms) est proportionnelle à l'intensité du courant électrique I (en ampères) qui la traverse (figure I-3).

$$U = R \cdot I$$

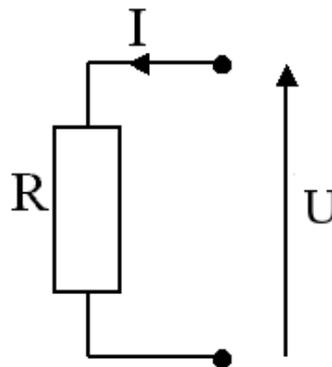


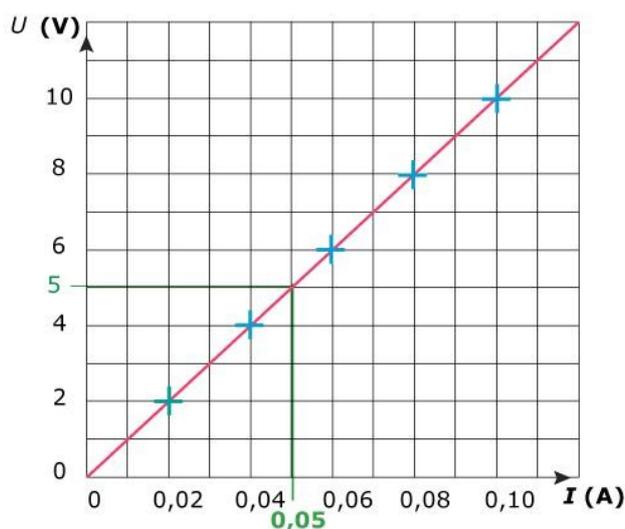
Figure I.3 : Résistance traversée par un courant I sous une tension U

La résistance est l'opposition exercée par un corps au passage d'un courant électrique. La résistance se mesure en ohms Ω .



Exemple

Tension U (en V)	4	5	1,2	0,32
Intensité I (en mA)	500	278	30	40
Résistance R (en Ω)	8	18	40	8



B. Effet Joule

L'effet Joule est un effet de production de chaleur qui se produit lors de passage du courant électrique dans un conducteur présentant une résistance. Il se manifeste par une augmentation de l'énergie thermique du conducteur et de sa température. L'effet porte le nom du physicien anglais James Prescott Joule qui l'a découvert en 1840. En effet ce type de conducteur transforme l'énergie électrique en énergie calorifique (énergie dissipée sous forme de chaleur). La puissance dissipée par ce conducteur est égale à :

$$P = RI^2$$

L'unité de la puissance est le watt (W).

R : la résistance du conducteur.

I : l'intensité du courant qui traverse le conducteur.

La dissipation de la puissance sous forme d'énergie nous indique une ressemblance entre la résistance électrique et les forces de frottement mécanique. Tout frottement conduit à une perte d'énergie mécanique qu'on retrouve sous forme de chaleur (énergie calorifique), tandis que dans un conducteur ohmique (la résistance électrique), « le frottement » des électrons à l'intérieur de la matière, conduit de la même façon, à une dissipation d'énergie électrique sous forme de chaleur. C'est là qu'apparaît tout l'intérêt des supraconducteurs, c'est-à-dire les matériaux qui ont une résistance parfaitement nulle, et qui permettent la conduction du courant électrique sans perte d'énergie.

D'après la définition de l'énergie, on en déduit que, l'énergie E que produit une source, ou l'énergie consommée par une résistance pendant le temps t est égale à :

$$E = U \cdot I \cdot t = R \cdot t \cdot I^2 = \frac{U^2}{R} t$$

Cette énergie électrique peut être également reconvertie en rayonnement (lampe), énergie mécanique (moteur), chimique (bac à électrolyse) ou même énergie cinétique ordonnée (diode à vide). Toute chaleur dégagée par le conducteur

correspond à un gain d'énergie d'agitation thermique : cela signifie que de l'énergie cinétique a été communiquée au cristal par les électrons de conduction .

Groupement de résistances



Groupement en série	13
Groupement en parallèle	14

A. Groupement en série

Toutes les résistances R_i sont parcourues par le même courant électrique I , et chacune d'elles n'a qu'une extrémité commune avec une autre résistance (figure I-4). La tension :

$$U_{AB} = U$$

est égale à la somme des tensions des résistances.

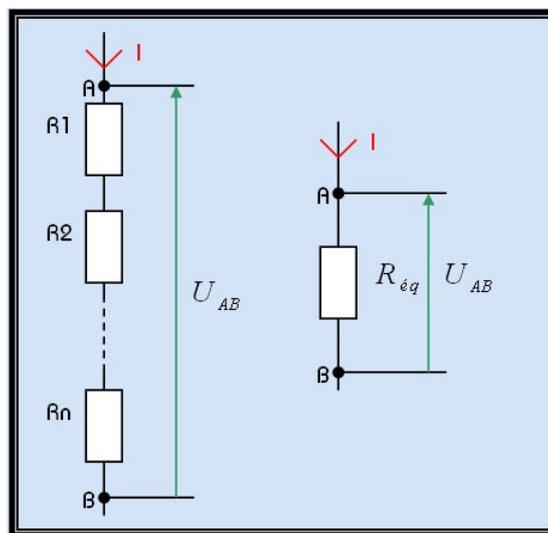


Figure I-4 : Groupement en série de résistances

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n = R \cdot I$$

$$U = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I + \dots + R_n \cdot I = R \cdot I$$

Ainsi, on obtient la résistance équivalente de toutes les résistances groupe en série

$$R = \sum_1^n R_i$$

B. Groupement en parallèle

Ce groupement est caractérisé par le fait que tous les résistances ont leurs bornes communes deux à deux (figure I-5). La tension est la même entre les extrémités de n'importe quelle résistance R_i .

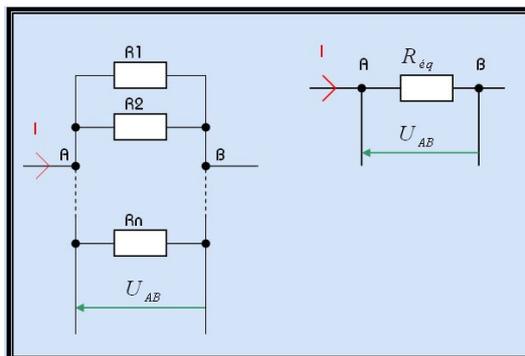


Figure I-5 : Groupement en parallèle de résistances

Le courant électrique qui alimente la portion de circuit se répartie entre les résistances, tel que :

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} + \dots + \frac{U}{R_n} \rightarrow \frac{U}{R} = \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \right] \cdot U$$

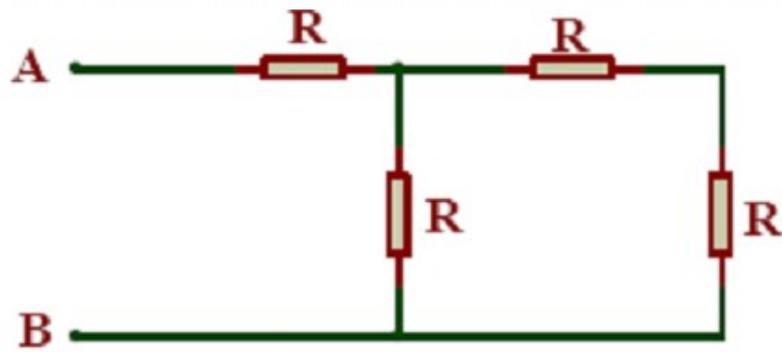
Ainsi, on obtient la résistance équivalente, dans ce cas, est toujours plus petite que celle de la plus petite des résistances montées en dérivation.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \rightarrow \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$



Exemple : Exemple d'application "Association mixte de résistors"

Une association est dite mixte si elle comporte des résistors placés en série et d'autres en parallèle.



Dans le cas de la figure , les lois d'associations des résistors aboutissent à la résistance équivalente R entre les points A et B : $R_{AB} = \frac{5R}{3}$

Auto-évaluation

IV

Exercice 1

[Solution n°1 p 21]

Quelle est l'unité de mesure de la puissance

Exercice 2

[Solution n°2 p 21]

1. des sources
2. forces électromotrices
3. Les générateurs
4. transporter les charges

Réponse : _ _ _ _

Exercice 3

[Solution n°3 p 21]

S'il y a une augmentation de la valeur de la résistance électrique, l'intensité du courant

augmente

diminue

Exercice 4

[Solution n°4 p 21]

L'effet Joule est un effet

de production de chaleur

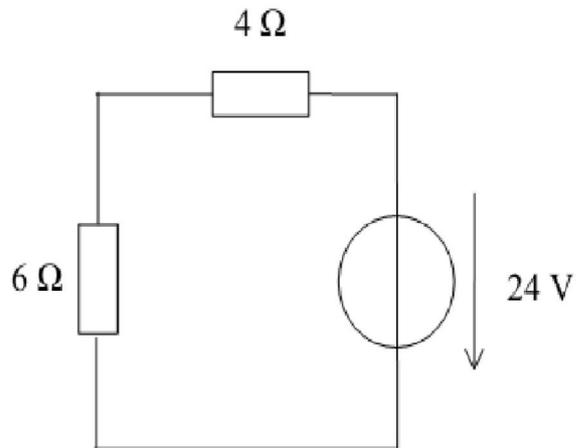
transforme l'énergie électrique en énergie calorifique

transforme énergie calorifique en cinétique

Exercice 5

[Solution n°5 p 21]

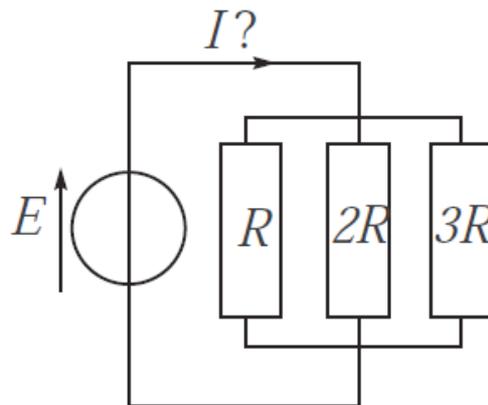
Calculez I ?



Exercice 6

[Solution n°6 p 21]

Trouvez $E = \dots\text{V}$?, $R = 100\ \Omega$ et $I = 165\text{mA}$

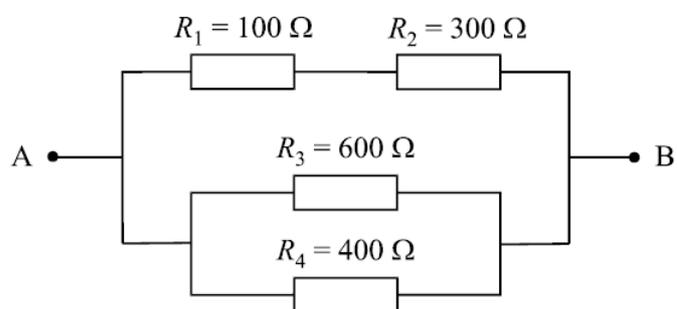
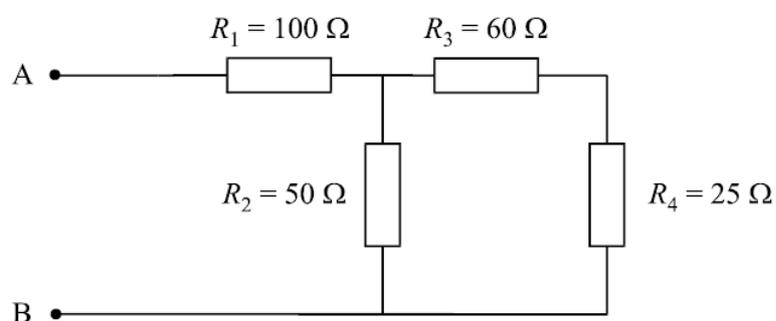


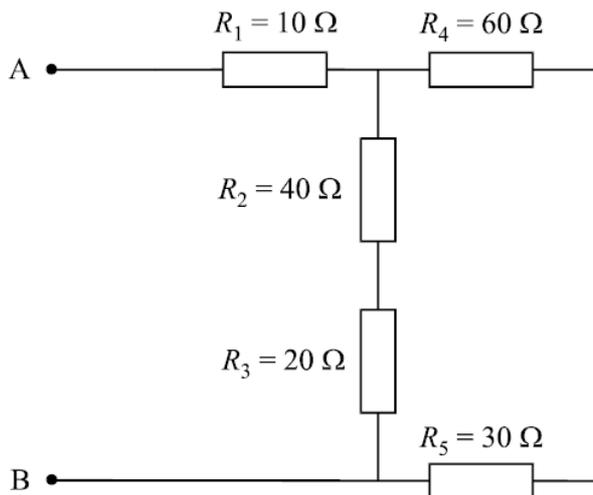
Exercice : Exercice

V

Exercice 01 : Calcul d'une résistance équivalente

Déterminer la résistance équivalente R_{eq} du dipôle AB représenté sur les figures suivant :



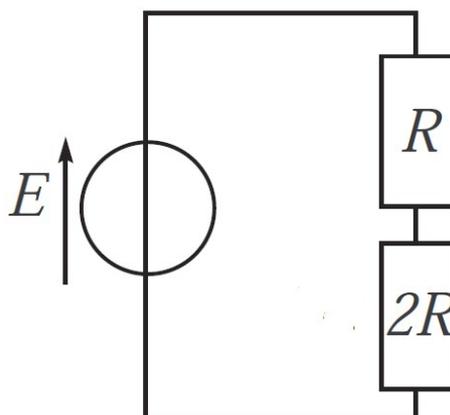


Exercice 02 : Détermination de la puissance d'une résistance

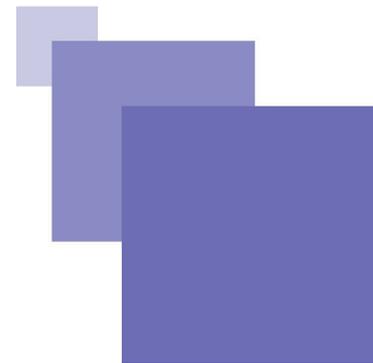
Dans les circuits ci-dessous déterminer :

1. la résistance équivalente R_{eq}
2. l'intensité de courant I
3. la puissance de la résistance R_{eq}

Données : $E=9V$, $R=100\ \Omega$



Glossaire



James Prescott Joule

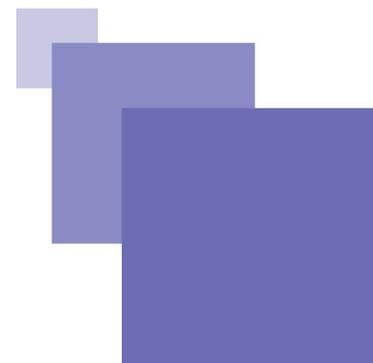
James Prescott Joule, né le 24 décembre 1818 à Salford, près de Manchester (Angleterre) et mort le 11 octobre 1889 à Sale (Angleterre), est un physicien anglais.

Son étude sur la nature de la chaleur et sa découverte de la relation avec le travail mécanique l'ont conduit à la théorie de la conservation de l'énergie (la première loi de la thermodynamique). Il a également énoncé une relation entre le courant électrique traversant une résistance et la chaleur dissipée par celle-ci, appelée au XXe siècle la loi de Joule. Enfin il a travaillé avec Lord Kelvin pour développer l'échelle absolue de température et a étudié la magnétostriction. En 1850, il devient membre de la Royal Society. En 1852, il est lauréat de la Royal Medal et, en 1870, il reçoit la médaille Copley. Dans le Système international, l'unité de l'énergie et de la quantité de chaleur porte son nom : le joule.

ohms

L'ohm, de symbole Ω (la lettre capitale grecque Oméga), est l'unité de résistance électrique du Système international (SI). Il a été nommé ainsi en l'honneur de Georg Ohm, physicien allemand à l'origine notamment de la loi d'Ohm.

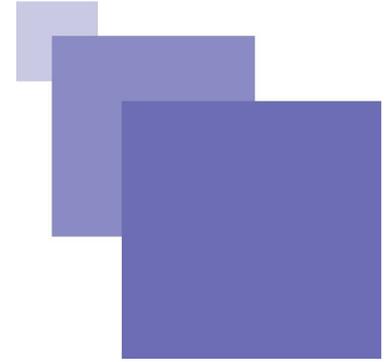
Signification des abréviations



- SI

Systeme International

Bibliographie



[1] Abdeladim Mustapha, "Polycopié de Cours PHYSIQUE 2", Université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 2015/2016

[2] Didier LE RUYET / Pierre PROVENT, "ELECTRONIQUE ANALOGIQUE", Janvier 2010

[3] Jonathan Ferreira, "Cours d'Electrostatique-Electrocinétique", Université Joseph Fourier, Année universitaire 2001-2002