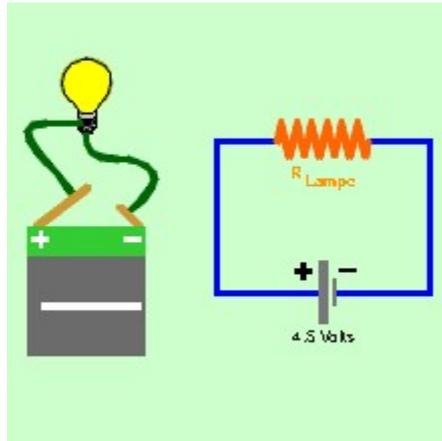


Physique appliquée

BTS 1 Electrotechnique

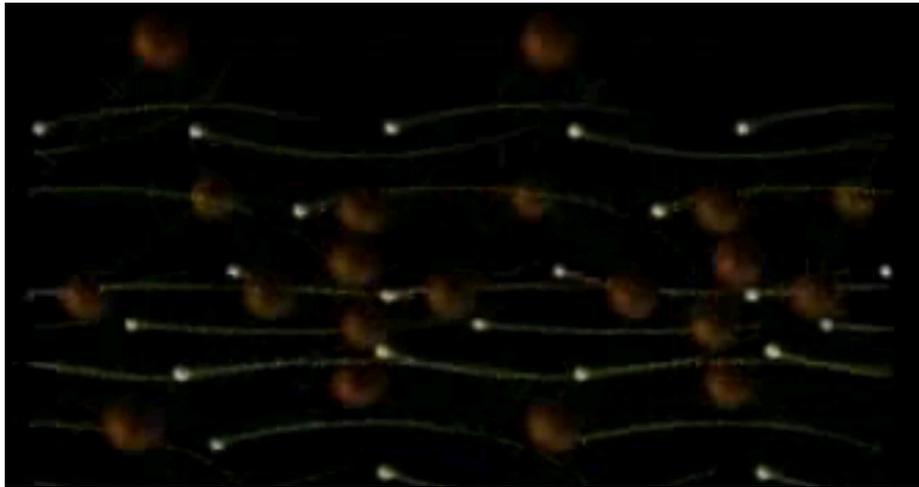


Cours sur le courant continu

1.	Le courant continu	3
1.1.	Interprétation du courant continu.....	3
1.2.	La loi d'Ohms et la convention recep- teur et générateur	4
1.2.1.	La tension aux bornes d'un récep- teur résistif.	4
1.2.2.	La résistance électrique.....	5
1.3.	L'association de résistances élec- triques.....	6
1.3.1.	Association série.....	6
1.3.2.	Association parallèle	6
1.3.3.	Exercices sur les associations de résistances	7
2.	Les circuits électriques.	8
2.1.	La loi d'Ohms.	8
2.2.	La loi des nœuds.	11
2.3.	La loi des mailles.	14
2.4.	Le théorème de Thévenin (Etude en continu valable en régime variable).....	18
2.5.	Le Théorème de superposition.....	20
3.	Puissance et énergie.....	21
3.1.	L'énergie consommée par un récep- teur.	21
3.2.	La puissance consommée par un récep- teur.	21
3.3.	Applications sur la puissance et l'énergie.....	22

1. Le courant continu

1.1. Interprétation du courant continu



<http://www.hydroquebec.com/comprendre/notions-de-base/continu-alternatif.html>

Les atomes sont constitués de **protons** de **neutrons** et d **électrons**.

Pour qu'un **courant continu** ait lieu, il faut une **énergie qui** soit d'origine **magnétique** ou **électrochimique**.

Alors cette énergie pourra agir sur les électrons périphériques (électrons libres) qui pourront évoluer d'atome en atome.

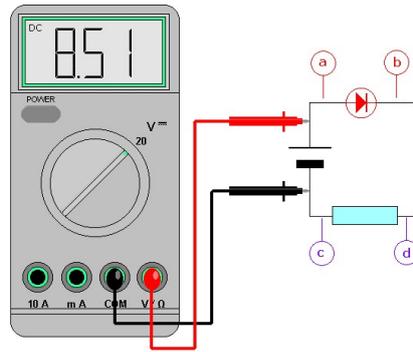
Le **courant continu** est un régime particulier du régime variable ou **la fréquence** est **nulle** et **la valeur** du courant établi est **constante**.

1.2. La loi d'Ohms et la convention receptrer et générateur .

1.2.1. La tension aux bornes d'un récepteur résistif.

La tension aux bornes d'un élément est la différence de potentiel entre deux points A et B d'un circuit.

$$\text{Soit } U = \Delta V = V_A - V_B$$



Le **potentiel électrique**, exprimé en volts (symbole : **V**), est l'une des grandeurs définissant l'état électrique d'un point de l'espace.

Il correspond à l'énergie potentielle électrostatique que poss derait une charge électrique unitaire située en ce point, c'est-à-dire à l'énergie potentielle (mesurée en enjoules) d'une particule chargée en ce point divisée par la charge (mesurée en coulombs) de la particule (**Wikipédia**)

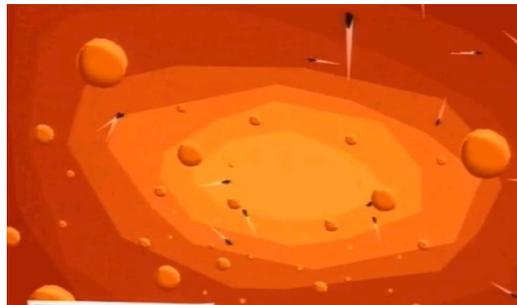
1.2.2. La résistance électrique

Un chauffage électrique est constitué par une résistance électrique qui dissipe de l'énergie sous forme de chaleur.

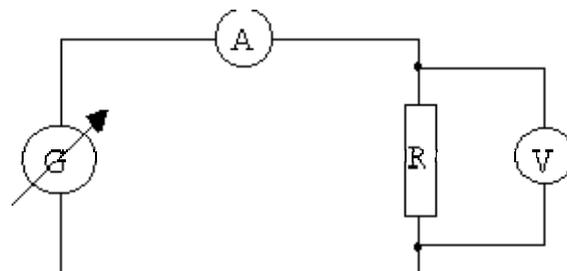


D'un point de vue électronique, le champ électrique fait circuler les électrons libres entre les rangées atomiques et les atomes ont un mouvement vibratoire plus important.

De l'énergie thermique pourra se dissiper sous forme de rayonnement, par conduction et par convection.



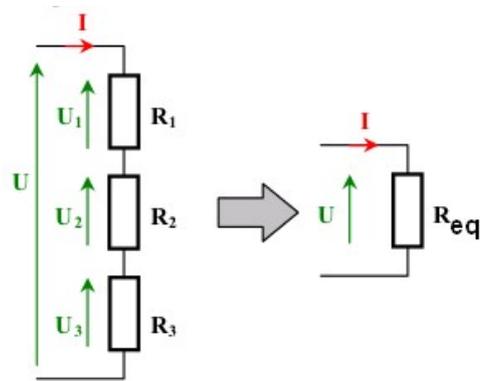
L'énergie thermique est directement liée à la **résistance électrique** exprimée en Ohms (Ω) ou en $V.A^{-1}$



1.3. L'association de résistances électriques

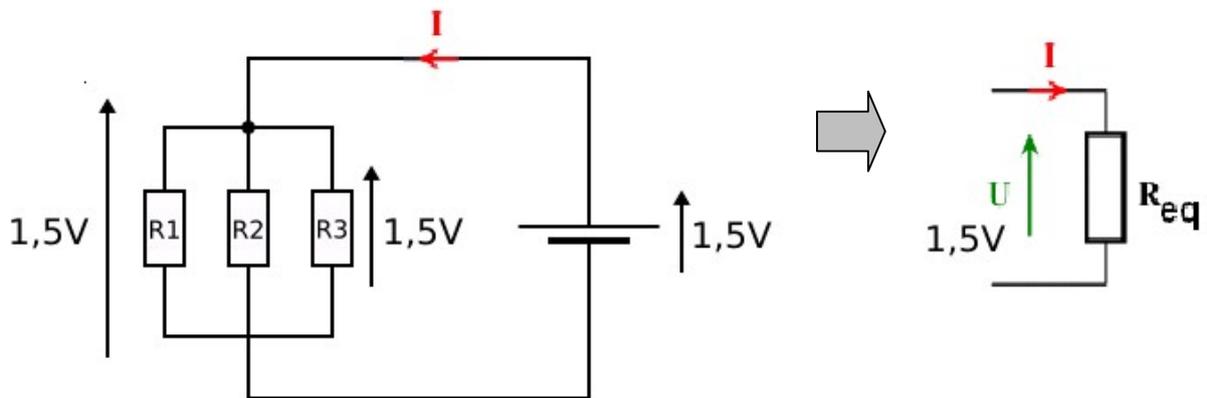
1.3.1. Association série

Quand on branche des résistances en série, la résistance équivalente est la somme des résistances.



On notera l'expression de la résistance équivalente : $R_{eq} = \dots\dots\dots$

1.3.2. Association parallèle



On notera l'expression de la résistance équivalente : $R_{eq} = \dots\dots\dots$

Application numérique : $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 15 \text{ k}\Omega$

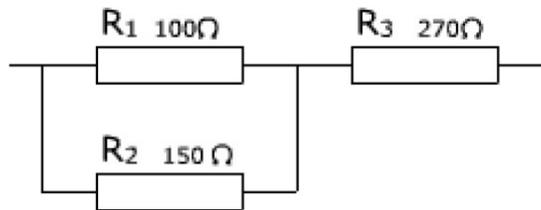
Calcul de la résistance équivalente par groupement de deux dipôles :

On donne la relation :

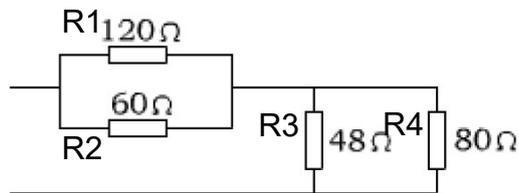
$R_{12} = \dots\dots\dots$

1.3.3. Exercices sur les associations de résistances

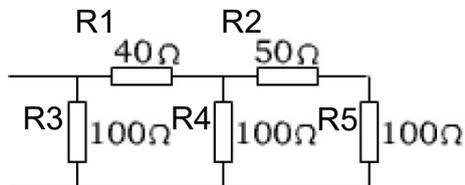
Exercice 1 : Calculer la résistance équivalente R_{eq}



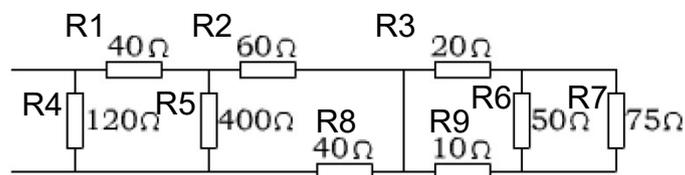
Exercice 2 : Calculer la résistance équivalente R_{eq}



Exercice 3 : Calculer la résistance équivalente R_{eq}



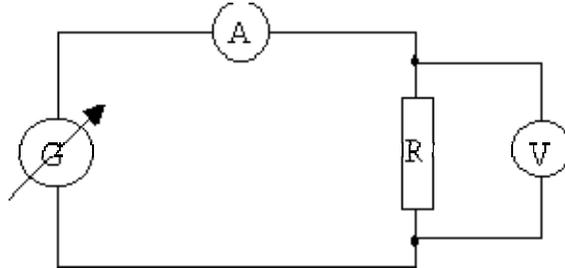
Exercice 4 : Calculer la résistance équivalente R_{eq}



2. Les circuits électriques.

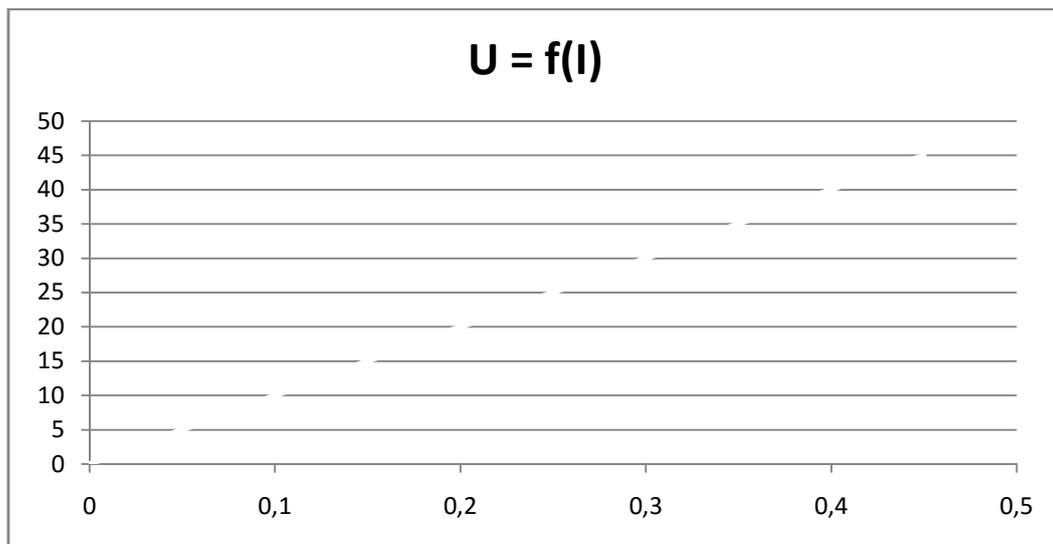
2.1. La loi d'Ohms.

Si on fait varier la tension aux bornes d'une résistance, le courant va varier également.



On peut relever le tableau suivant :

I en Ampère	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
U en Volts	0	5	10	15	20	25	30



Exercice 5 :

- Tracer la courbe obtenue.
- Donner l'expression mathématique de la courbe obtenue ($y = \dots\dots\dots$)
- Exprimer alors la fonction $U=f(I)$ et faire intervenir l'expression de la résistance électrique.
- Énoncer la loi d'Ohms.

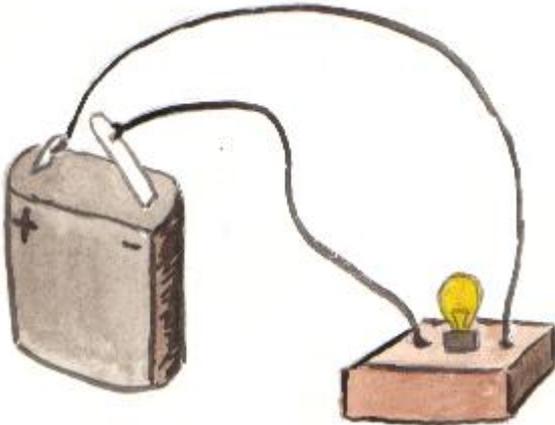
Loi d'Ohms :

$$U = \dots\dots\dots$$

avec

Exercice 6 :

Une lampe est alimentée sous 4,5V DC, elle absorbe un courant de 100 mA, quelle est sa résistance électrique notée R_{lampe} .



Exercice 7 :

- Un chauffe eau électrique possède une résistance de 1Ω , quelle sera la valeur du courant absorbé si on alimente cet appareil sous 12V.
- Si on dispose d'une batterie de $Q=100\text{Ah}$, combien de temps on pourrait alimenter le chauffe eau avant d'épuiser totalement l'énergie stockée dans les accumulateurs.

Exercice 8 :

Un moteur à courant continu possède une résistance de 5Ω et fonctionne normalement sous 230V DC et absorbe un courant nominal de 10A avec une vitesse de rotation de 1500 tr/minute.

- Quel est le courant consommé par le moteur à la mise sous tension au démarrage.
- Que peut-on dire du courant à la mise sous tension.
- On doit brancher en série une résistance de démarrage noté $R_{\text{dém}}$ que l'on shunte par un contact, dessiner le schéma équivalent du montage.
- Calculer la valeur de $R_{\text{dém}}$ pour que le courant de démarrage soit limité à 10A sous 230V DC.

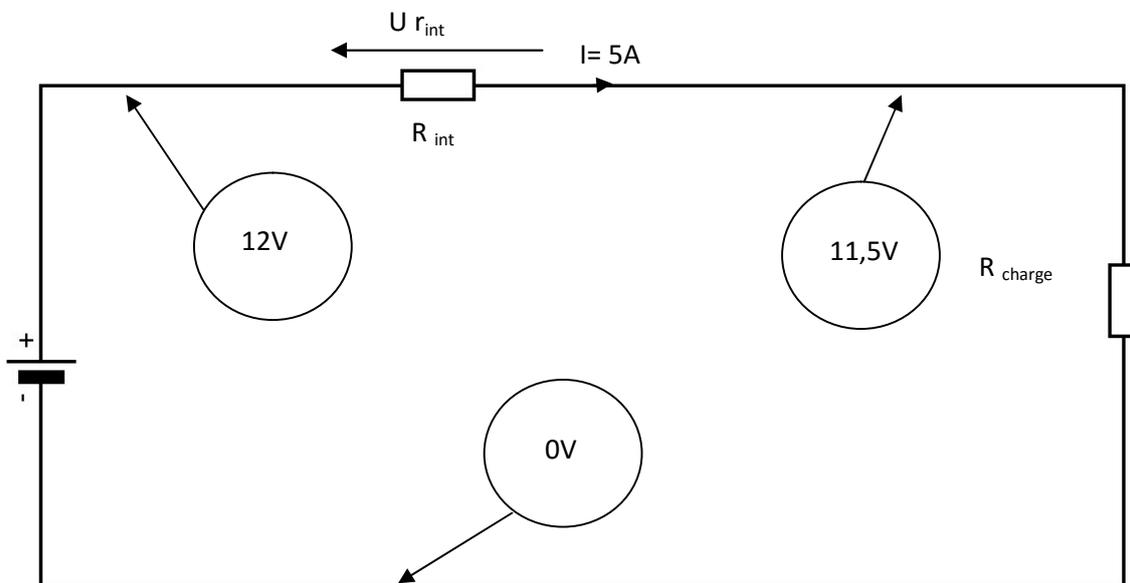
Exercice 9 :

Les générateurs de tension continu possèdent une résistance interne noté r_{int} .

A vide, la tension du générateur est de 12V.

Quand on débite un courant de 5A , la tension aux bornes du générateur est de 11,5V.

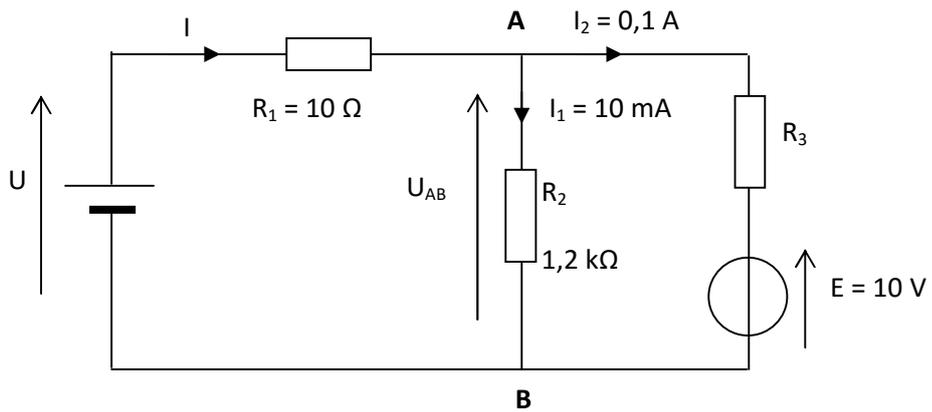
Le schéma peut se représenter sous cette forme :



- Calcul de $U_{r_{int}}$.
- Calcul de r_{int} .

2.2. La loi des nœuds.

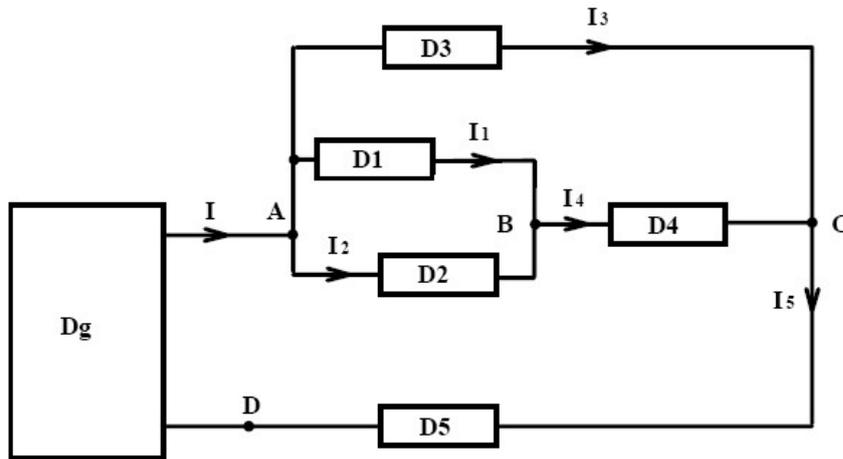
La somme des courants entrants dans un nœud est égale à la somme des courants sortants de ce nœud.



Application au nœud A :

Exercice 10 :

D1, D2, D3, D4 et D5 sont des dipôles récepteurs.
 Dg est un dipôle générateur.



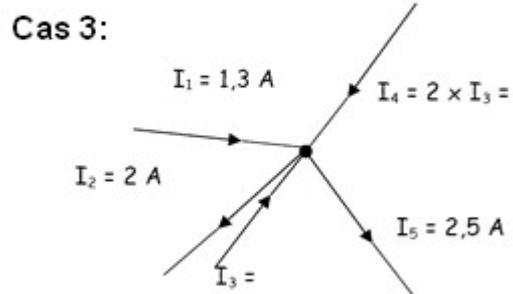
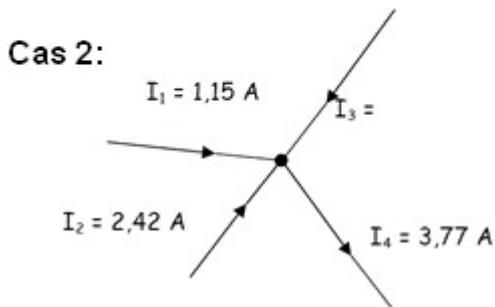
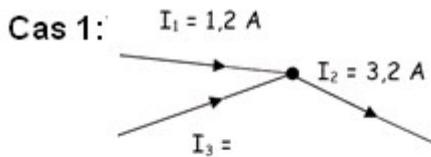
On donne :

- $U_{AD} = 20V$
- $U_{AC} = 10V$
- $U_{AB} = 6V$
- $I = 14 \text{ mA}$
- $I_1 = 2 \text{ mA}$
- $I_3 = 5 \text{ mA}$

- En appliquant la loi des nœuds, établir l'expression de I_4 et I_5 .
- Calculer les valeurs de ces courants en mA.

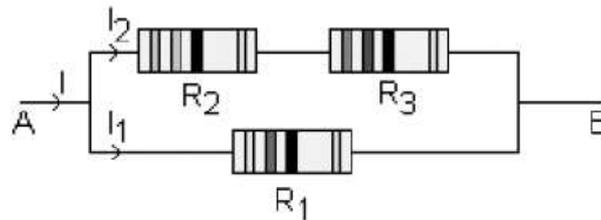
Exercice 11 :

Dans chaque cas , trouver la valeur des courants qui manquent :



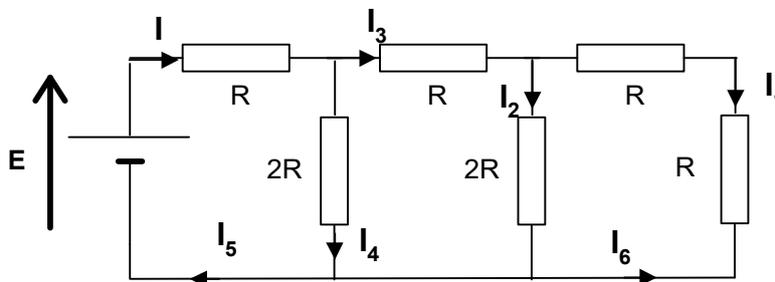
Exercice 12 :

On réalise le circuit ci contre ou $R_1=47\Omega$, $R_2=33\Omega$ et $R_3=82\Omega$. On applique entre les bornes A et B une tension de 12V.



1. Calculer la valeur de l'intensité I_1 du courant traversant R_1 ?
2. Calculer la valeur de l'intensité I_2 du courant traversant R_2 ?
3. En déduire la tension aux bornes de la résistance R_3 ?
4. Calculer la valeur de l'intensité I du courant dans la branche principale.
5. En déduire la valeur de la résistance équivalente $R_{\text{équi}}$ du circuit.
6. Retrouver la valeur de $R_{\text{équi}}$ en utilisant les lois d'association des résistances

Exercice 13 :

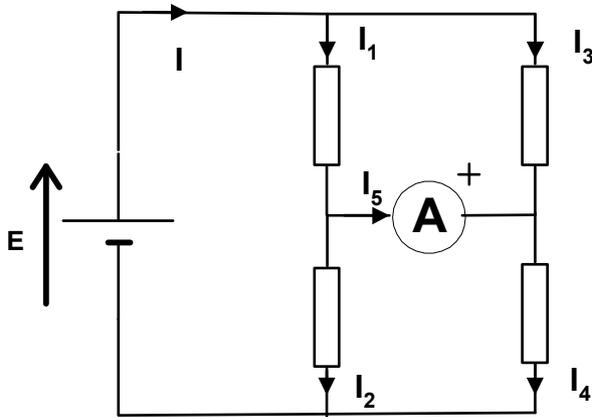


La mesure des intensités des courants sur le montage ci-dessous a donné :

$$I = 8 \text{ mA} ; I_1 = 2 \text{ mA} ; I_3 = 4 \text{ mA}$$

- Calculer la valeur des intensités des courants I_2 et I_4
- Sans faire de calcul, donner la valeur des courants I_5 et I_6 .

Exercice 14 :



La mesure des intensités des courants sur le montage ci-contre a donné :

$$I = 50 \text{ mA} ;$$

$$I_1 = 0,030 \text{ A} ;$$

$$I_2 = 40 \text{ mA}$$

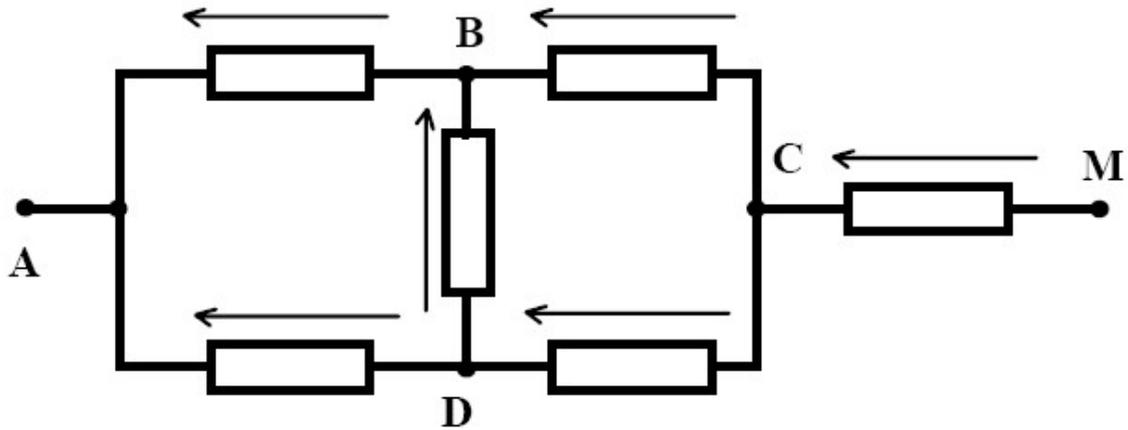
- Calculer la valeur du courant I_5 .
- En déduire l'indication portée par l'ampèremètre.
- Calculer la valeur des courants I_3 et I_4 .

2.3. La loi des mailles.

Définition d'une maille :

Une maille est un chemin fermé dans un circuit électrique, le long duquel toutes les tensions sont annotées.

Exemple :

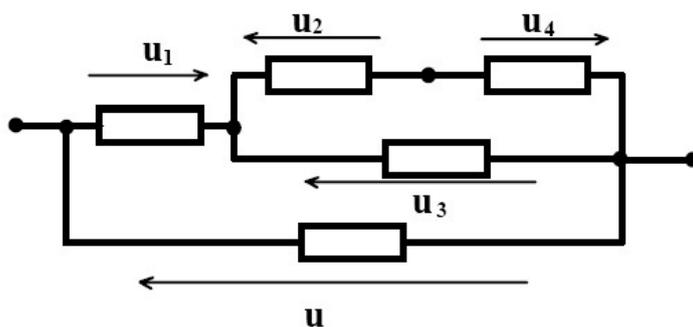


La loi des mailles :

La somme des tensions le long d'une maille est nulle.

Exemple sur le circuit précédent :

Exercice 15 :

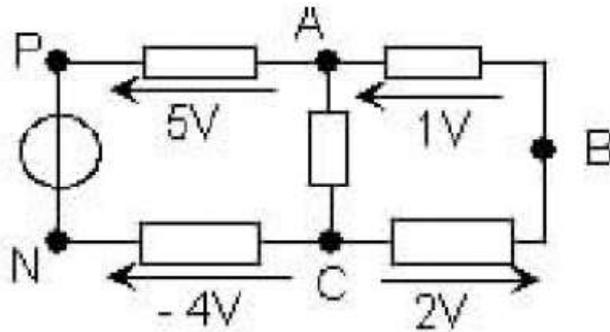


$U_2 = 6V$ $U_3 = -18V$ et $U = 24V$

Déterminer l'expression et la valeur des tensions U_1 et U_4 .

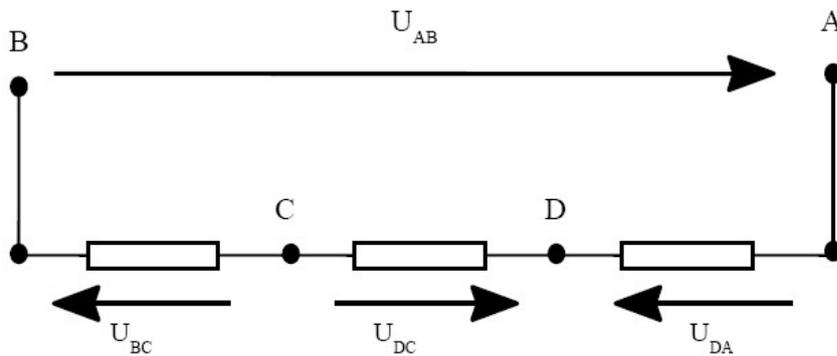
Exercice 16 :

On considère le circuit du schéma ci-contre.



1. Écrire U_{AC} en fonction de U_{AB} et U_{BC} . Calculer sa valeur.
2. Calculer la valeur de U_{PN} en utilisant la loi des mailles.
3. Représenter U_{PN} par une flèche. Vérifier la loi des mailles pour la maille (PABCN)

Exercice 17 :



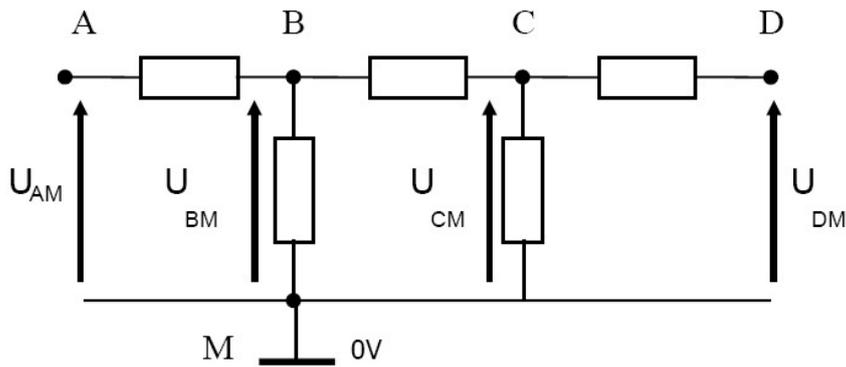
- 1/ Écrire la loi des mailles et déterminer U_{AB} en fonction des autres tensions de la maille.
- 2/ Si le point B est relié à la masse, quelle est la valeur du potentiel électrique au point B ?
- 3/ En déduire les valeurs des potentiels électriques de tous les points du circuit.

Données : $U_{DA} = -6\text{ V}$; $U_{DC} = 10\text{ V}$ et $U_{BC} = -8\text{ V}$

Exercice 18 :

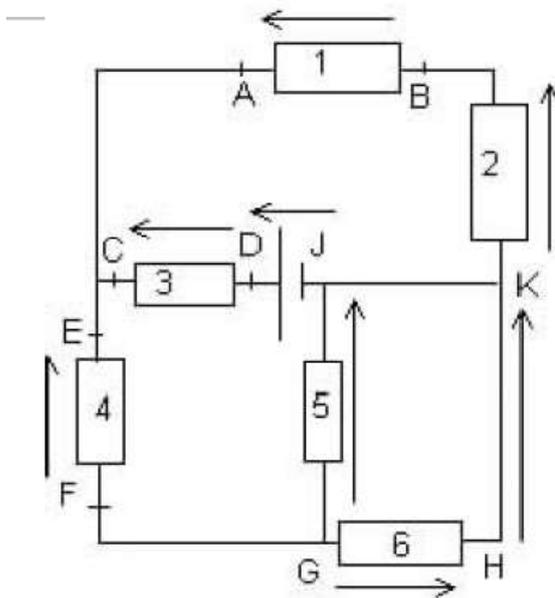
Soit le schéma structurel ci dessous :

Données :
 $U_{AM} = 5\text{ V}$
 $U_{BM} = 3\text{ V}$
 $U_{CM} = 4\text{ V}$
 $U_{DM} = 6\text{ V}$



Soit le schéma structurel ci dessous :
 En déduire les tensions U_{AB} , U_{BC} et U_{CD}

Exercice 19 :

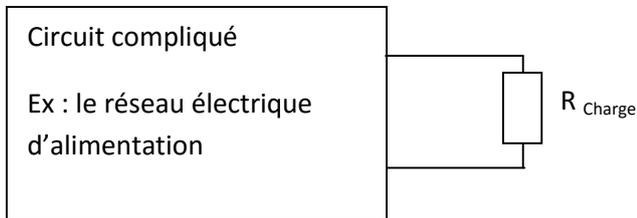


1. Indiquer à côté de chaque flèche la tension qu'elle représente.
2. Quelle est celle qui est nulle ?
3. Combien peut-on définir de mailles dans ce circuit ?
 Écrire la loi des mailles pour quatre d'entre elles.
4. On donne $U_{DJ}=24V$ $U_{CD}= - 5V$ $U_{AB}= 12V$ $U_{HG}= -2V$

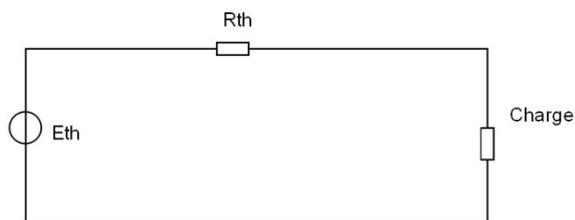
Calculer les valeurs de toutes les autres tensions représentées.

2.4. Le théorème de Thévenin (Etude en continu valable en régime variable).

Tout circuit complexe pourra être mis sous la forme d'un générateur de Thévenin constitué par une source de tension idéale en série avec une résistance.

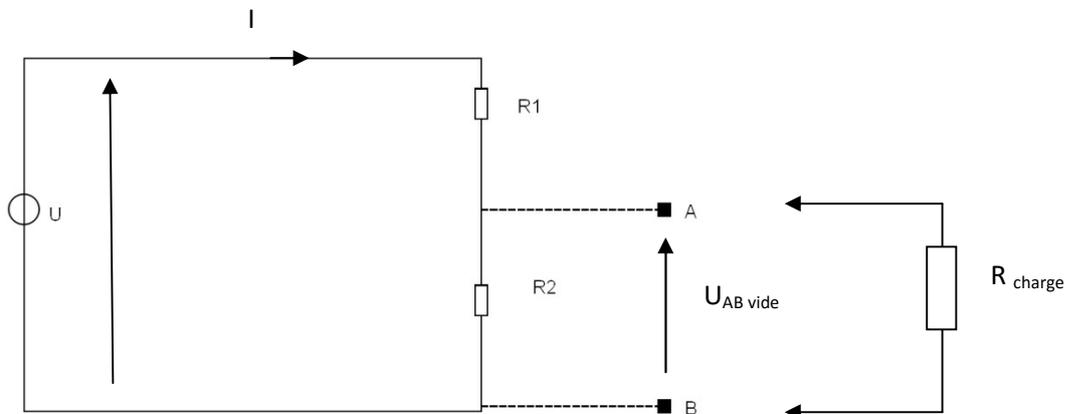


Modèle de Thévenin :



Exercice 20 : Description de la méthode

Soit un circuit diviseur de tension :



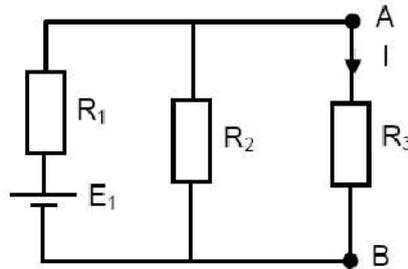
On souhaite brancher une charge R entre les bornes A et B.

- Quand la résistance de charge n'est pas branchée, $U_{AB\ vide}$ correspond à E_{th} . Déterminer l'expression de I . Puis celle de $U_{AB\ vide}$.
- Quand on éteint une source de tension, cela devient un fil (Pour une source de courant cela devient un circuit ouvert), dessiner le schéma équivalent vue des bornes A et B.
- Calculer la résistance $R_{AB}=R_{th}$ entre les bornes A et B.

- Dessiner le schéma en utilisant le modèle de Thévenin et calculer le courant I_{charge} et U_{AB} en charge.
- Faire l'application numérique pour $U=24\text{V}$, $R_1=10\Omega$, $R_2=20\Omega$ et $R_{\text{charge}} = 5\Omega$.

Exercice 21 :

On considère le circuit électrique donné par la figure suivante :

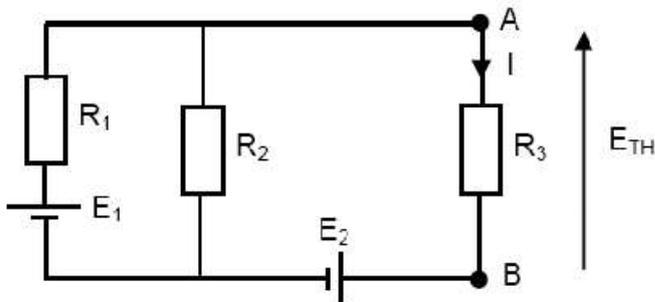


On donne : $E_1 = 8\text{ V}$; $R_1 = 4\ \Omega$; $R_2 = 12\ \Omega$; $R_3 = 9\ \Omega$

- Calculer le courant I qui traverse la résistance R_3 en appliquant le théorème de Thévenin.

Exercice 22 :

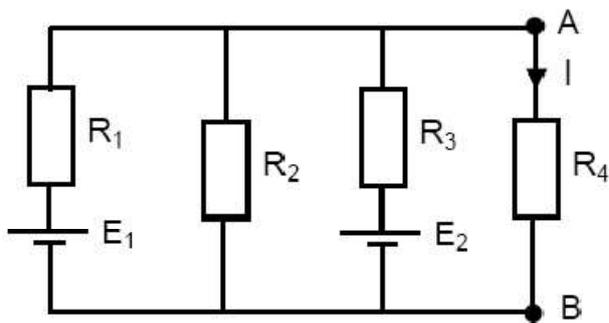
Appliquons le théorème de Thévenin pour calculer le courant I du circuit suivant :



On donne : $E_1 = 20\text{ V}$; $E_2 = 70\text{ V}$; $R_1 = 2\ \Omega$; $R_2 = 10\ \Omega$; $R_3 = 5\ \Omega$

Exercice 23 :

On considère le circuit électrique donné par la figure suivante :

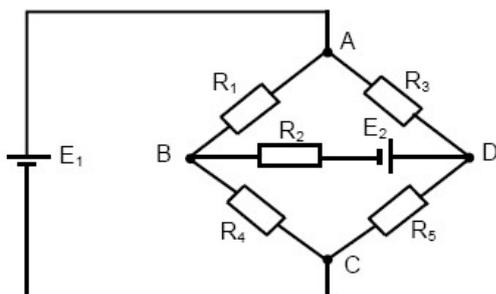


On donne : $E_1 = 10 \text{ v}$; $E_2 = 5 \text{ v}$; $R_1 = R_3 = R_4 = 100 \Omega$; $R_2 = 50 \Omega$

- Calculer le courant I en appliquant le théorème de Thévenin en prenant comme charge R_2 en parallèle sur R_4 .

Exercice 24 :

On considère le circuit électrique donné par la figure suivante :



On donne : $E_1 = 10 \text{ v}$; $E_2 = 5 \text{ v}$; $R_1 = R_3 = R_4 = 100 \Omega$; $R_2 = 50 \Omega$; $R_5 = 50 \Omega$

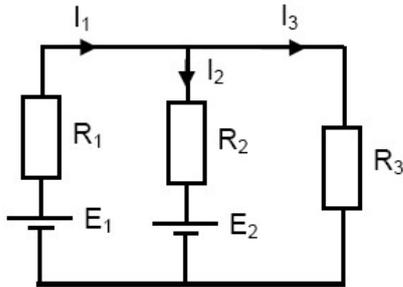
- Calculer le courant I circulant dans R_2 en appliquant le théorème de Thévenin

2.5. Le Théorème de superposition.

Dans un circuit électrique linéaire comprenant plusieurs sources indépendantes, l'intensité de courant électrique dans une branche est égale à la somme algébrique des intensités produites dans cette branche par chacune des sources considérées isolément, les autres sources étant éteintes (Source de tension = court circuit et Source de courant = circuit ouvert).

Exercice 25 : Description de la méthode.

Soit le circuit suivant, on se propose de déterminer l'intensité I_3 par la méthode de superposition.



Avec : $R_1 = 2 \Omega$; $R_2 = 5 \Omega$; $R_3 = 10 \Omega$
 $E_1 = 20 \text{ V}$; $E_2 = 70 \text{ V}$

Exercice 26 :

Reprendre les exercices 22,23 et déterminer la valeur de I par la méthode de superposition. (on observera que la méthode de superposition pour l'exercice 24 ne sera pas adapté)

3. Puissance et énergie.

3.1. L'énergie consommée par un récepteur.

L'énergie consommée par un récepteur est exprimé en joule.

On note W la quantité de joule consommé par une résistance pour transformer l'énergie électrique en chaleur.

3.2. La puissance consommée par un récepteur.

La puissance en watt correspond à un débit d'énergie en $\text{J}\cdot\text{s}^{-1}$ ou W .

La relation entre la puissance et l'énergie est définie par la relation :

$$p = \frac{dW}{dt}$$

Ou

$$dW = p \cdot dt$$

En intégrant, on obtient :

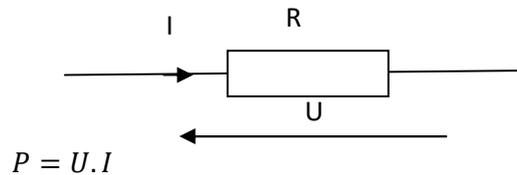
$$W(t) = \int_{t_0}^{t_1} p \cdot dt$$

Si la puissance est constante $p=P_1$:

$$W(t) = P_1 \cdot [t]_{t_0}^{t_1} = P_1 \cdot \Delta t$$

$$W = P \cdot t \text{ pour } t_0 = 0s$$

Pour un dipôle résistif :



En utilisant la loi d'ohms, on peut écrire :

La conversion d'électricité en chaleur à l'aide d'une résistance électrique se nomme « **Effet Joule** ».

3.3. Applications sur la puissance et l'énergie.

Exercice 27 :

- 1) Un étudiant passe un aspirateur de puissance 1300 W dans sa chambre, pendant 8 minutes. Calculer, en joules, l'énergie transférée à cet appareil pendant la durée du nettoyage. Exprimer ensuite ce résultat en kWh.



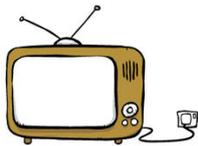
- 2) Ce même étudiant révise son chapitre de sciences physiques pour le prochain contrôle pendant 1 heure et 30 minutes. Pour cela, il s'éclaire avec une lampe de bureau de 60 W. Calculer, en kWh, l'énergie transférée à cette lampe pendant cette révision. Exprimer ensuite ce résultat en joules.



- 3) Calculer le prix de cette séance de nettoyage et de révisions sachant que le prix d'un kilowattheure est de 0,0926 €.

Exercice 28 :

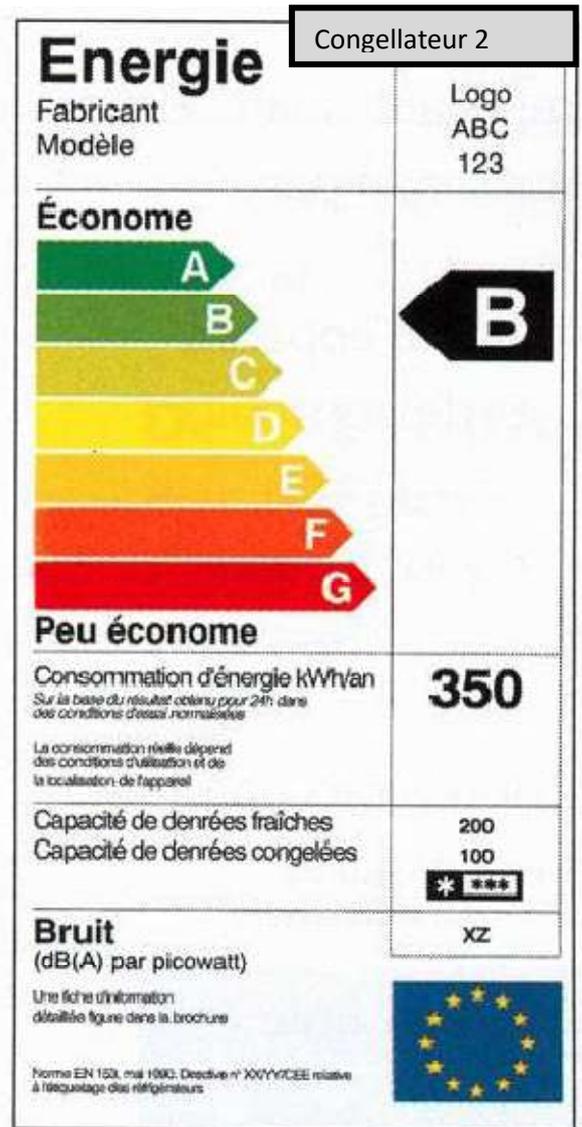
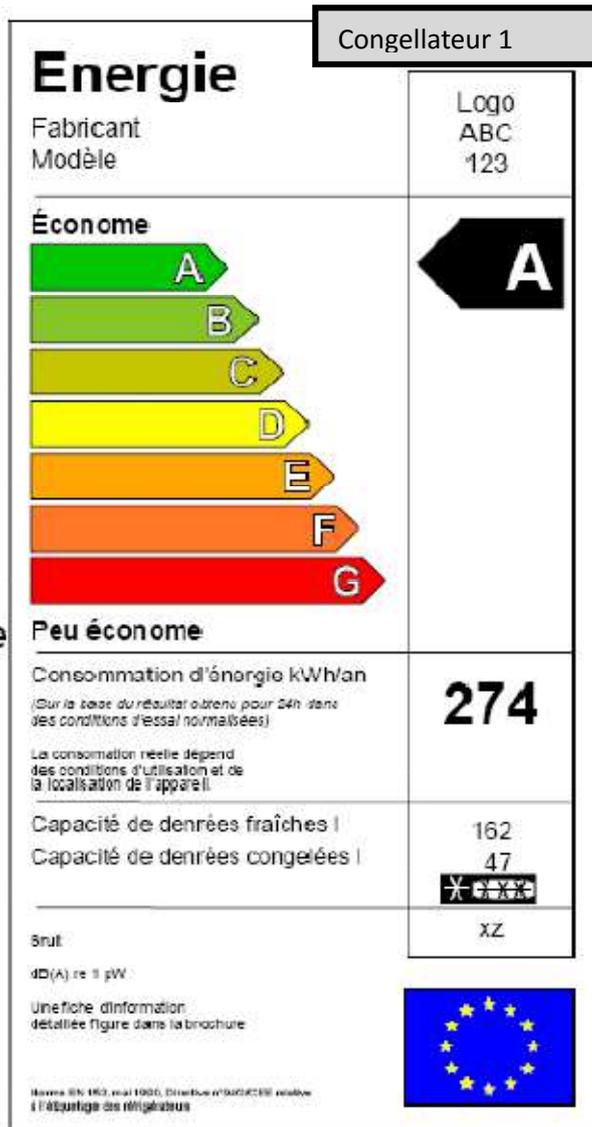
Ce même étudiant fait fonctionner son téléviseur 275 jours par an à raison de 3 heures par jour. Il le laisse en veille le reste du temps, c'est à dire 21 heures par jour pendant 275 jours et 24 heures par jour pendant les 90 jours restant dans l'année. La puissance du téléviseur est de 100 W quand il fonctionne et de 20 W quand il est en veille.



- 1) Calculer la quantité d'énergie transformée par le téléviseur en fonctionnement pendant une année.
- 2) Calculer la quantité d'énergie transformée par le téléviseur en veille pendant une année.
- 3) En déduire le coût de l'économie réalisée qu'il réaliserait chaque année en éteignant son téléviseur sachant que le prix du kilowattheure est de 0,0926 €.

Exercice 29 :

Voici deux étiquettes énergie de congélateurs.



- 1) Dans quelle classe sont rangés les appareils qui consomment le moins de d'énergie ?
- 2) Calculer le prix annuel de l'énergie transférée à chacun de ces deux appareils. On prendra pour prix du kWh : 0,0926 €.
- 3) Quelle économie annuelle a-t-on entre l'appareil de classe A et celui de classe

Exercice 30 :

Une bouilloire électrique a une résistance de chauffage de 100Ω reçoit un courant de $2,25 \text{ A}$. Calculer sa puissance perdue par effet Joule et son énergie si elle fonctionne pendant 15 min .

Exercice 31 :

Un fer à repasser fournit une puissance utile de 800 W et sa résistance est de 66Ω . Calculer l'intensité du courant qui le traverse puis sa tension d'alimentation.

Exercice 32 :

Un moteur DC absorbe une puissance de 1680 W et fournit une puissance utile de 1500 W . (Les pertes fer et mécanique sont négligés).

Sa résistance interne qui caractérise ses pertes est de 2Ω .

- Calculer la puissance perdue par effet joule.
- Calculer la valeur du courant absorbé.
- Calculer la tension d'alimentation du moteur.