

Travail de la force de la force électrostatique–Energie potentielle électrostatique. Energie électrique mise en jeu dans un circuit électrique



Exercice 1 :

Soit un champ électrostatique uniforme $E = 10^3 \text{ V.m}^{-1}$; soit un repère orthogonal (O, \vec{i}, \vec{j}) tel que $\vec{E} = -E \cdot \vec{i}$. Une particule α (He^{2+}) se déplace dans ce champ uniforme du point A (1 ; 0) au point B (4 ; 2) l'unité étant le centimètre.

Quel est, en eV puis en MeV, le travail produit par la force électrostatique qui s'exerce sur ce noyau d'hélium ?

Exercice 2 :

Soit un champ électrostatique uniforme $E = 200 \text{ V.m}^{-1}$, parallèle à l'axe x' Ox et orienté suivant Ox. L'origine des énergies potentielles est prise au point O.

Au point A, on a : $V_A - V_0 = -10 \text{ V}$. Quelle est l'abscisse de A ? Quelle est l'énergie potentielle d'un proton H^+ placé en A ? Quel est le travail de la force électrostatique si on déplace le proton jusqu'au point O ?

Exercice 3 :

Dans une cellule photoémissive, des électrons sont émis par une cathode C avec une vitesse initiale $v_c = 100 \text{ km / s}$.

Ils sont accélérés par un champ électrostatique qui les projette sur une anode A. Calculer leur énergie cinétique en eV et leur vitesse lorsqu'ils arrivent sur l'anode, dans le cas où la d.d.p. entre anode et cathode $U_{ac} = 100 \text{ V}$. $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Exercice : 4

Une gouttelette d'huile, de masse $m = 8 \cdot 10^{-5} \text{ g}$, est en équilibre entre les deux plaques horizontales A et B d'un condensateur, distantes de $d = 1,5 \text{ cm}$, lorsqu'on établit une différence de potentiel de $3 \cdot 10^4 \text{ V}$ entre les deux plaques, la gouttelette préalablement chargée avec n électrons. Faire un schéma clair en indiquant les forces qui agissent sur la gouttelette et la polarité des plaques. Calculer n .

On donne $e = 1,610^{-19} \text{ C}$; $g = 9,8 \text{ N / kg}$

Exercice 5 :

Deux plaques P_1 et P_2 , planes et parallèles, entre lesquelles règne un vide poussé, sont distantes de $d = 10 \text{ cm}$

Elles sont respectivement reliées aux pôles + et - d'un générateur tension qui délivre une tension continue $U = 500 \text{ V}$

1. Quels sont, la direction, le sens et l'intensité du champ électrique \vec{E} , supposé uniforme, qui règne dans le domaine situé D entre les deux plaques ?

2. Sur l'axe XOX' perpendiculaire aux plaques, dont l'origine O est sur P_1 et est orienté de P_1 vers P_2 , on place les points M et N d'abscisses $X_M = 2 \text{ cm}$ et $X_N = 7 \text{ cm}$

Calculer les d.d.p $V_0 - V_M$; $V_0 - V_N$ et $V_M - V_N$

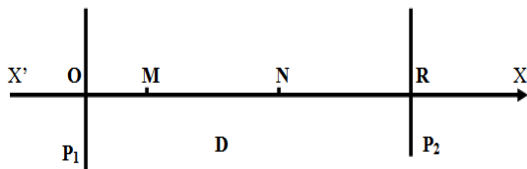
3. Un électron pénètre dans le domaine D, au point R, avec une vitesse nulle

3.1. Donner les caractéristiques de la force électrostatique \vec{F} qui s'exerce sur lui

3.2. Quelle est la vitesse de l'électron à son passage en N, M, puis en O

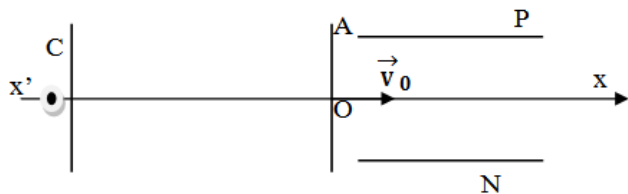
4. Calculer le travail $W(\vec{F})$ de la force lorsque l'électron déplace de N à M

On donne : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



Exercice 6 :

On maintient une $U_{AC} = 640 \text{ V}$ entre la cathode C et l'anode A d'un canon à électrons. La vitesse de sortie des électrons de la cathode est supposée nulle. La distance $CA = l = 5 \text{ cm}$; la masse de l'électron $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, la charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; on néglige le poids de l'électron.



- 1.1. Déterminer les caractéristiques du vecteur champ électrostatique entre C et A.
- 1.2. Calculer le travail de la force électrostatique appliquée à un électron pour aller de C à A.
2. Les électrons arrivent au point O, avec une vitesse $V = V_A$, entre deux plaques conductrices P et N identiques, horizontales, distantes de $d = 5 \text{ cm}$ et symétriques par rapport à la direction xx' . Lorsqu'on établit une tension $U_{PN} = 1000 \text{ V}$, les électrons sortent du champ électrostatique entre P et N en un point M tel que $OM = d' = 2 \text{ cm}$. Calculer la tension U_{OM} .
3. Calculer l'énergie potentielle électrostatique d'un électron en O puis en M, en prenant comme référence la plaque négative N.
4. Déterminer le travail de la force électrostatique \vec{F} exerçant sur un électron pour aller de O à M en fonction de la variation de l'énergie potentielle électrostatique.
5. Calculer :
 - 5.1. L'énergie cinétique de sortie E_{CM} de l'électron en M.
 - 5.2. La vitesse de l'électron V_M au point M.

Exercice 7 :

On considère un pendule simple constitué d'un fil OA de longueur $l = 40 \text{ cm}$ et de masse négligeable. L'extrémité A supporte une bille de masse $m = 1 \text{ g}$. Le pendule est placé entre deux plaques métalliques verticales N et P, parallèles et séparées d'une distance d . La boule reçoit une charge q_0 . Entre P et N règne une d.d.p. $U_{PN} = U = 25000 \text{ V}$.

- 1- Quelles sont les caractéristiques du champ électrostatique qui règne entre les deux plaques ?
- 2- Exprimer, en fonction de m , g et α , la force électrostatique F , α étant l'angle de déviation du pendule sur la verticale.
- 3- En déduire la charge électrostatique q_0 sachant que $\alpha = 14^\circ$.
- 4- Calculer le travail effectué par la force électrostatique entre la position verticale et celle pour laquelle $\alpha = 14^\circ$.

Exercice 8:

Deux armatures métalliques P_A et P_B , parallèles entre elles et distantes de d , sont reliées aux bornes d'un générateur de tension continue. Entre ces deux armatures règne un champ électrostatique \vec{E} uniforme.

1. Donner l'expression du travail de la force électrostatique \vec{F} qui s'exerce sur une particule de charge q se déplaçant d'un point A de l'armature P_A à un point B de l'armature P_B . L'exprimer en fonction de E , AB et q .

2. Montrer que le travail de cette force s'écrit : $W_{AB}(\vec{F}) = q \cdot U_{AB}$.

3. Calculer sa valeur dans le cas d'un noyau d'hélium He^{2+} se déplaçant de A à B.

Données : $e = 1,60 \times 10^{-19}C$; $U_{AB} = 400 V$

Exercice 9 :

Une particule α (noyau d'hélium), produite par une source radioactive, est émise au voisinage d'un point A. La valeur de sa vitesse en A est négligeable devant celle qu'elle peut atteindre en B.

Entre les points A et B règne un champ électrostatique uniforme qui permet l'accélération de la particule. Le poids et les frottements sont négligeables lors de ce mouvement.

1. Quelle est la charge q_α de la particule α ?

2. Établir l'expression du travail de la force électrostatique s'appliquant sur la particule α se déplaçant entre A et B. Exprimer ce travail en fonction q_α , V_A et V_B . (V_A et V_B sont les potentiels respectifs aux points A et B.)

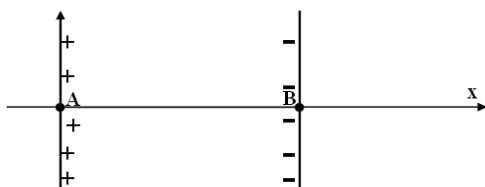
3. En déduire l'expression de la variation d'énergie potentielle électrique entre A et B.

4. L'énergie mécanique se conserve-t-elle? Justifier.

5.1. À partir des réponses précédentes, exprimer la différence de potentiel $V_A - V_B$ en fonction de v_B , m_α et q_α

5.2. Calculer cette valeur sachant que la vitesse en B a pour valeur $v_B = 1,00 \cdot 10^3 km \cdot s^{-1}$.

Données : $e = 1,60 \cdot 10^{-19}C$; $m_\alpha = 6,70 \times 10^{-27}kg$.



www.01.e-monsite.com

Exercice 10 :

Au voisinage de la Terre, près du sol, il existe un champ électrostatique uniforme, vertical et dirigé vers le sol. Sa norme varie linéairement avec l'altitude selon la loi $E = a + bz$ entre les altitudes $z = 0$ et $z = 1400m$.

1/ Sachant que pour $z = 0$, $E = 100V \cdot m^{-1}$ et que pour $z = 1400m$, $E = 20V \cdot m^{-1}$, déterminer les constantes a et b . quelles sont leurs unités ?

Représenter graphiquement E en fonction de z .

2/ Par une méthode graphique, déterminer le travail des forces électriques s'exerçant sur une charge de

$10^{-10}C$ se déplaçant de l'altitude 0 à l'altitude z . En déduire le potentiel électrostatique d'un point situé à l'altitude h si l'on prend comme référence la surface terrestre.

3/ Un ion H^+ est formé à l'altitude $z = 1400m$. Le champ de pesanteur est supposé uniforme, d'intensité

$g = 10m \cdot s^{-2}$. Calculer l'énergie potentielle de pesanteur et l'énergie potentielle électrostatique de cet ion. Les comparer.

Si l'ion part de l'altitude $z = 1400m$ avec une vitesse nulle, quelle sera sa vitesse à l'arrivée sur le sol (on négligera toutes les autres interactions) ?

Exercice 11 :

La sphère, supposée petite et chargée positivement, d'un pendule électrostatique est en équilibre en un point O situé entre deux plaques P et N conductrices, parallèles et distantes de $d = 15cm$. Les plaques sont initialement neutres. On applique une tension $U_{PN} = 1500V$ entre les deux plaques. La sphère chargée adopte, après quelques oscillations, une nouvelle position d'équilibre A.

1/ Calculer la charge q du pendule si, à l'équilibre, l'angle α que fait le fil de suspension avec la verticale vaut 30° ; la sphère est attirée du côté de la plaque négative N.

2/ Le point 0 est pris comme point de référence α est l'angle que fait le fil du pendule avec la verticale lorsque la sphère est attirée par la plaque N. Pour $\alpha \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right]$, exprimer en fonction

de α l'énergie potentielle de pesanteur ε_{pg} et l'énergie potentielle électrostatique ε_{pe} .

Représenter graphiquement ε_{pg} et ε_{pe} en fonction de α .

En déduire la représentation graphique de la somme ε_p de ces énergies potentielles.

Pour quelle valeur de α cette somme est-elle minimale ? Conclure.

Données : masse de la sphère : $m = 0,5\text{g}$; longueur du fil : $l = 20\text{cm}$; $g = 10\text{ m.s}^{-2}$

Exercice 12 :

Un générateur maintient une tension $U = 200\text{V}$ entre deux plaques conductrices parallèles situées dans le vide.

1/ Un électron quitte la plaque négative pour être capté par la plaque positive. Calculer le travail de la force électrostatique qui s'exerce sur cet électron (en joules et en électronvolts).

2/ La distance séparant les plaques est $d = 2\text{cm}$.

Caractériser le champ électrostatique en tout point de l'espace compris entre les plaques.

3/ On écarte les plaques, toujours parallèles, à $d' = 4\text{cm}$; la tension de 200V est maintenue. Reprendre les questions précédentes. Conclure.

4/ Les plaques sont déplacées de façon quelconque et ne sont plus parallèles.

Peut-on toujours calculer simplement le travail de la force électrostatique qui s'exerce sur l'électron allant de la plaque positive à la plaque négative ?

Exercice 13 :

Une d.d.p $V_1 - V_2 = 100\text{V}$ est appliquée entre deux grilles métalliques planes, parallèles, G_1 et G_2 .

Entre ces deux grilles règne un champ électrostatique uniforme ; il est nul en dehors de cette zone. Des électrons, émis par un canon à électrons suivant les lignes de champ, traversent la grille G_1 avec la vitesse V_1 .

1. Quelle est la vitesse V_1 minimale des électrons qui parviennent à traverser la grille G_2 ?

2. Quelle est la vitesse V_2 d'un électron traversant G_2 après avoir traversé G_1 avec la vitesse $V_1 = 9 \cdot 10^6\text{m.s}^{-1}$?

3/ Dans les conditions de la deuxième question, un électron rencontre un neutron immobile se trouvant au voisinage de G_2 . Le choc est élastique, et l'électron repart avec une vitesse de sens opposé. Avec quelle vitesse re-traverse-t-il G_1 ?

On fera les approximations légitimes.

Données : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$; $m_n = 1840m_e$.

On indique qu'au cours d'un choc élastique il y a conservation de l'énergie cinétique et conservation de la quantité de mouvement du système (électrons, neutron).

Exercice 14 :

Deux plaques métalliques verticales parallèles A et B séparées d'une distance $d = 3,45\text{cm}$ sont portées aux potentiels $V_A = -500\text{V}$ et $V_B = +500\text{V}$. Ces deux plaques forment un condensateur plan.

On rappelle que la tension $U_{AB} = V_A - V_B$, et on donnera un nombre correct de chiffres significatifs

1. Donner les caractéristiques (sens, direction et valeur) du champ électrique entre les armatures du condensateur et dessiner quelques lignes de champs

2. On insère entre les 2 plaques un fil de masse négligeable auquel est accrochée une petite boule de masse



$m = 2,5 \text{ g}$. Initialement la boule ne porte pas de charges électriques et le pendule ainsi formé est vertical.

On apporte ensuite à la boule une charge $q = -0,50 \mu\text{C}$. Le pendule s'incline alors d'un angle *vers la droite* par rapport à la position précédente.

2.1. Sur une autre figure, dessiner le pendule incliné en équilibre ainsi que les forces exercées sur la boule.

2.2. Calculer l'intensité du champ électrique pour que le fil s'incline d'un angle *vers la droite* par rapport à la verticale.

On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

2.3. De quel angle le fil s'incline-t-il par rapport à la verticale Si le champ a une valeur de $1,0 \cdot 10^4 \text{ V.m}^{-1}$? On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Exercice 15:

On réalise le montage ci-contre (**fig a**) dans lequel :

* le générateur a une f.e.m. E réglable et une résistance interne nulle,

* le conducteur ohmique a une résistance $R = 10 \Omega$,

* l'électrolyseur possède une caractéristique courant - tension idéale conforme à la figure **b**-

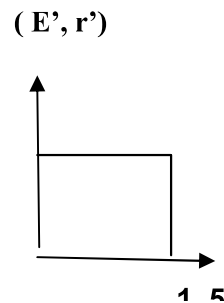
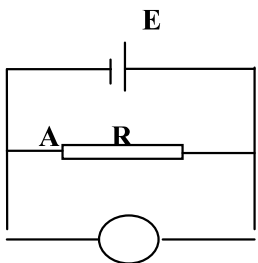
1- On fixe la f.e.m. du générateur à la valeur $1,2 \text{ V}$. Déterminer les intensités I_1 et I_2 des courants dans le conducteur ohmique et dans l'électrolyseur.

2- Répondre à la même question quand on choisit $E = 2 \text{ V}$.

3- On intercale désormais, entre le pôle **+** du générateur (f.e.m. $E = 2 \text{ V}$) et le nœud **A**, un rhéostat de 18Ω . Cela signifie que sa résistance R' peut prendre toutes les valeurs de 0 à 18Ω .

3.1- Quelles sont les nouvelles valeurs des intensités I_1 et I_2 lorsqu'on choisit $R' = 1 \Omega$? Calculer, dans ce cas, la valeur en joules de l'énergie électrique, qui dans l'électrolyseur, a exclusivement servi à produire les réactions chimiques aux électrodes, l'électrolyse ayant duré 10 minutes.

3.2- Au dessus de quelle valeur de la résistance R' le courant cesse-t-il de passer dans l'électrolyseur ?



Exercice 16 :

On branche un rhéostat aux bornes d'un générateur de f.e.m. $E = 5 \text{ V}$ et de résistance interne $r = 2 \Omega$. Soit R la résistance du fil du rhéostat comprise

1- Exprimer l'intensité I du courant en fonction de E , r et R . Faire l'application

numérique pour $R = 6 \Omega$.

2- Exprimer la puissance P reçue par le rhéostat en fonction de E , r et R .

Montrer qu'elle peut se mettre sous la forme :

$$P = \frac{E^2}{(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}})^2}$$

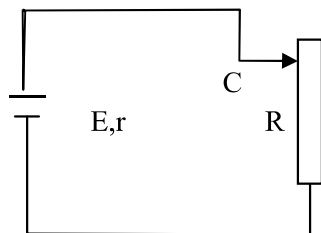


entre le curseur **C** et la borne **A**.

1- Exprimer l'intensité I du courant en fonction de E , r et R . Faire

3- Pour quelle valeur de R la puissance P est-elle maximale ? Faire un calcul littéral, puis numérique.

Indication : Si deux réels ont un produit constant, leur somme est minimale lorsqu'ils sont égaux.



Exercice 17 :

Un électrolyseur dont les électrodes sont en fer contient une solution d'hydroxyde de sodium. On le soumet à une tension réglable U . Il est traversé par un courant d'intensité I .

1- Faire le schéma du montage en mettant en place les éléments suivants :

- * Un générateur continu à tension de sortie variable ;
- * Un interrupteur ;
- * Un rhéostat, l'électrolyseur, un ampèremètre et un voltmètre.

2- Les résultats des différentes mesures sont consignés dans le tableau suivant :

U (V)	0	0,5	1,0	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0
I (A)	0	0	0	0	0,02	0,03	0,05	0,10

U (V)	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
I (A)	0,29	0,50	0,71	0,92	1,10	1,32

Tracer la caractéristique intensité - tension en prenant : Echelles : abscisses: 1 cm pour 100 mA
ordonnées: 1 cm pour 0,5 V

Donner l'équation de la partie linéaire de cette caractéristique sous la forme : $U = a + b \cdot I$.

3- En déduire les valeurs, en unités S.I. de la f.c.e.m. E' et de la résistance interne r' de l'électrolyseur lorsqu'il fonctionne dans la partie linéaire de sa caractéristique.

4- L'électrolyseur précédent est désormais branché aux bornes d'un générateur de f.e.m. $E = 4,5$ V et de résistance interne $r = 1,5 \Omega$.

4.1- Calculer l'intensité I du courant qui le traverse.

4.2- Quelle puissance électrique P reçoit-il ?

4.3- Quelle puissance P'_{cal} dissipe-t-il par effet Joule ?

4.4- De quelle puissance utile P_u dispose-t-il pour effectuer les réactions chimiques aux électrodes ?

5- Ecrire les équations bilan aux électrodes sachant qu'on observe :

* A l'anode : une oxydation des ions OH^- avec dégagement de dioxygène O_2 .

* A la cathode : une réduction de l'eau avec production de dihydrogène.

Faire le bilan de l'hydrolyse et commenter.

Exercice 18 :

Aux bornes d'un générateur continu industriel de f.e.m. $E = 220$ V et de résistance interne $r = 0,40 \Omega$, on branche, en série, un conducteur ohmique de résistance $R = 50 \Omega$ et un moteur de f.c.e.m. E' et résistance interne r' .

1- Quand on bloque le moteur l'intensité dans le circuit prend la valeur $I_1 = 4,3$ A.

En déduire la résistance interne du moteur (avec deux chiffres significatifs). Quelle est la tension U_1 à ses bornes ?

2- Lorsque le moteur tourne à son régime normal, l'intensité devient $I_2 = 1,5$ A. Calculer :

- 4.1- la tension U aux bornes du moteur ;
- 4.2- la f.c.e.m. E' du moteur ;
- 4.3- la puissance fournie par le générateur
- 4.4- la puissance thermique dissipée dans le circuit
- 4.5- la puissance utile du moteur
- 4.6- le rendement de l'installation.

Exercice 19 :

Deux électrolyseurs : ($E_1' = 2 \text{ V}$; $r_1' = 2 \Omega$) et ($E_2' = 3 \text{ V}$; $r_2' = 1 \Omega$) sont montés en parallèle entre les bornes d'un générateur ($E = 6 \text{ V}$; $r = 2 \Omega$) comme sur la figure ci-contre.

On fait l'hypothèse que les deux électrolyseurs fonctionnent simultanément et sont parcourus par des courants I_1 et I_2 .

1- Exprimer la tension U_{AB} en fonction de E_1' , r_1' et I_1 puis en fonction de E_2' , r_2' et I_2 .

En déduire une relation numérique entre les intensités I_1 et I_2 .

2- Trouver une nouvelle relation entre U_{AB} , E , r , I_1 et I_2 .

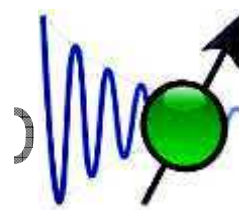
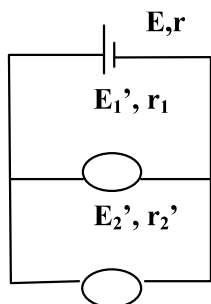
En déduire une seconde relation numérique entre les intensités I_1 et I_2 .

3- Quelles sont finalement les valeurs :

3.1- des intensités I_1 et I_2 .

3.2- de la tension U_{AB} ;

3.3- de l'énergie E fournie en une minute par le générateur au reste du circuit ?

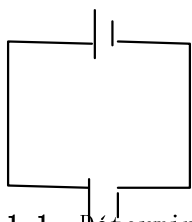


Exercice 20 :

1- Un circuit comprend deux générateurs G_1 ($E_1 = 40 \text{ V}$; $r_1 = 4 \Omega$) et

G_2 ($E_2 = 10 \text{ V}$; $r_2 = 1 \Omega$) sont montés en opposition comme sur la figure ci-contre.

Les résistances des fils de jonction sont négligeables.



1.1- Déterminer le sens et l'intensité du courant dans le circuit.

1.2- On ajoute en série un ampèremètre de résistance 5Ω . Quelle indication donne-t-il ? Conclu

2- On enlève l'ampèremètre et on réunit les deux points A et B par un conducteur ohmique de résistance $R = 3,2 \Omega$. Le générateur G_2 , en opposition par rapport à G_1 , se comporte comme un récepteur ; il est traversé par un courant qui va de A vers B.

2.1- Calculer les intensités I_1 , I_2 et I des courants qui passent dans G_1 , G_2 et R .

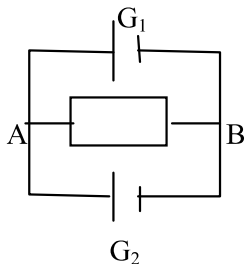
2.2- Quelle est la valeur de R qui annulerait l'intensité I_2 traversant G_2 .

3 - On remplace la résistance R par un moteur de résistance interne $r' = 1 \Omega$ et fournit la puissance mécanique P_v . et on suppose que les sens des courants sont les mêmes que précédemment.

3.1- Former l'équation qui permet de calculer, en fonction de P_v , l'intensité I qui traverse le moteur.

3.2- Quelle est la valeur maximale de P_u ?

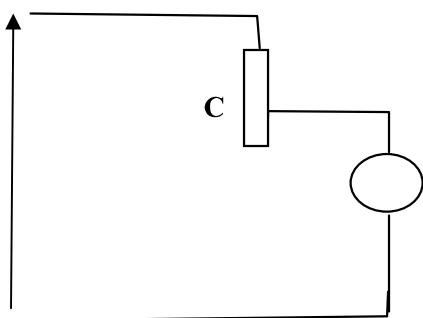
3.1- Déterminer les valeurs possibles de I lorsque le moteur fournit la puissance $P_u = 10 \text{ W}$. Quel est le régime le plus intéressant ? Pourquoi ?



Exercice 21 :

Dans le montage ci-contre, la tension U aux bornes du rhéostat, monté en potentiomètre, est constante. La résistance maximale rhéostat est R . Lorsque le moteur tourne, il a une f.c.e.m. E' et une résistance interne r' constantes.

La résistance de la partie du rhéostat comprise entre C et B vaut $x \cdot R$ avec $0 < x < 1$.



1- Exprimer, en fonction de x et de U , la tension aux bornes du moteur et les intensités I , I' et I'' des courants dans les trois branches.

A.N. : $U = 12 \text{ V}$; $E' = 6 \text{ V}$; $r' = 1 \Omega$; $R = 10 \Omega$.

2- En déduire la relation $U' = \frac{6 \cdot x \cdot (3 - x)}{1 + x - x^2}$.

3- Montrer que le moteur ne peut tourner que si $x > \frac{1}{2}$.

4- Calculer la puissance électrique consommée et la puissance mécanique fournie par le moteur pour

$$x=1 ; x = \frac{3}{4} ; x = \frac{2}{3}$$

Exercice 22 :

On considère, dans le circuit ci-contre :

* Un générateur constitué de trois piles de f.e.m. $4,5 \text{ V}$ et résistance interne $r = 1 \Omega$ chacun, montées en série ;

* Un récepteur qui est une pile de f.c.e.m. $4,5 \text{ V}$ et de résistance interne $r' = 1 \Omega$; elle est branchée en opposition avec le générateur (figure n° 1).

1- Quelle est la tension aux bornes du récepteur et l'intensité du courant dans le circuit ?

2- On branche, en dérivation avec le récepteur, un résistor de résistance R .

2.1- Donner la valeur de l'intensité du courant dans le récepteur en fonction de R .

2.2- Pour quelle valeur de R le courant est-il nul dans le récepteur ?

2.3- Que se passe-t-il si on donne à R une valeur respectivement inférieure puis supérieure à celle trouvée à la question précédente ?

3- On donne à R la valeur de 1Ω , dans une première expérience.

3.1- Calculer les intensités des courants dans les trois branches du circuit.

3.2- Faire le bilan énergétique dans le circuit.



- 4- Dans une autre expérience, on donne à R la valeur de 2Ω . Répondre aux questions du 3-.
- 5- Conclure pour les deux cas.

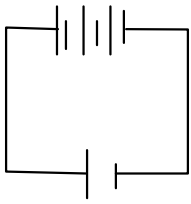


Figure 1

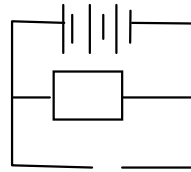


Figure 2



cisse-doro.e-monsite.com