

Exercices Electricité

EL1 Champ électrique

1 Deux charges ponctuelles

Soit une charge ponctuelle $q_1 = 27 \mu\text{C}$ située en $x = 0$ et une charge $q_2 = 3 \mu\text{C}$ en $x = 1 \text{ m}$.

- En quel point (autre que l'infini) la force électrique résultante exercée sur une troisième charge ponctuelle serait-elle nulle ?
- Reprenez la question avec $q_2 = -3 \mu\text{C}$.

2 Proton et électron

À quelle distance la force électrique entre un proton et un électron serait-elle égale à 1 N ?

3 Lignes de champs

Dessiner les lignes de champ électrique autour :

- d'une charge ponctuelle positive
- de deux charges + et - identiques en valeur absolue
- de deux charges + identiques
- de 2 plaques parallèles de charge + et - identiques en valeur absolue.

4 Champ et forces électriques

Soit une charge $q_1 = 3 \text{ nC}$ située à l'origine et $q_2 = -7 \text{ nC}$ située en $x = 8 \text{ cm}$.

- Trouvez le champ électrique créé par q_1 au point où se trouve q_2 .
- Trouvez le champ électrique créé par q_2 au point où se trouve q_1 .
- Quelle est la force électrique exercée par q_1 sur q_2 ?
- Quelle est la force exercée par q_2 sur q_1 ?

EL2 Travail et potentiel électriques

5 Champ et forces électriques

Un proton se déplace en ligne droite, dans le vide, de A vers B.

- Il passe en A à la vitesse $v_A = 2000 \text{ km/s}$. Quelle est son énergie cinétique $E_C(A)$, en joules, puis en électrons-volts ?
- Quelle tension U_{AB} faut-il appliquer entre les points A et B, pour que le proton passe au point B à la vitesse $v_B = 10000 \text{ km/s}$?

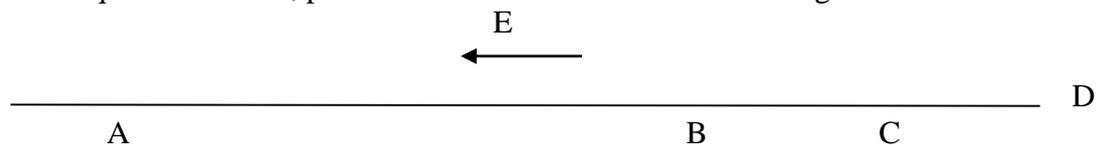
6 Pendule électrique

Un pendule électrique, constitué d'un fil de masse négligeable et d'une petite sphère isolante S de masse $m = 0,2 \text{ g}$, portant la charge $q = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, est suspendu entre deux plaques métalliques verticales P_1 et P_2 distantes de $d = 20 \text{ cm}$.

- On établit la tension $U = 4000 \text{ V}$ entre ces plaques de manière à créer entre celles-ci un champ électrique uniforme E . Quels sont la direction, le sens et l'intensité du champ E ? (On admet que ce dernier n'est pas perturbé par la présence de la charge q .)
- Faire un schéma montrant l'inclinaison subie par le pendule et calculer l'angle α entre le fil et la verticale lorsque l'équilibre est atteint. Cet angle dépend-il de la position initiale du pendule? (On admet que la sphère S ne touche jamais l'une ou l'autre des plaques.)
- Le pendule est déplacé horizontalement, vers la droite, sur une distance $x = 2 \text{ cm}$ à partir de la position d'équilibre précédente. Calculer le travail $W(f_e)$ de la force électrique f_e qui s'exerce sur la boule pendant ce déplacement.

7 Trois points

Trois points A, B et C, situés dans cet ordre sur une droite D, sont placés dans un champ électrique uniforme E , parallèle à la droite D et orienté vers la gauche.



On donne : $AB = 30 \text{ cm}$, $BC = 10 \text{ cm}$; $E = 1500 \text{ V/m}$.
Calculez les tensions U_{AB} , U_{BC} et U_{CA} .

8 Charge

Une charge $q = 10^{-7} \text{ C}$ se déplace en ligne droite, de A vers B, dans un champ électrique uniforme E d'intensité $E = 600 \text{ V/m}$ et faisant un angle de 30° avec la direction de AB. Calculez :

- le travail de la force électrique qui s'exerce sur q au cours du déplacement entre A et B.
- la valeur de la tension U_{AB} , sachant que $AB = l = 15 \text{ cm}$.

9 Potentiel

Soient A ($x_A = -2 \text{ cm}$) et B ($x_B = 8 \text{ cm}$) deux points d'une droite représentant une ligne de champ d'un champ électrique uniforme E . On donne $V_A = 0 \text{ V}$ et $V_B = 800 \text{ V}$.

- Déterminez les caractéristiques du champ électrique,
- Calculez valeur du potentiel en O,
- Calculez le travail de la force électrique que subirait une charge $q = -10^{-8} \text{ C}$ se déplaçant de A vers M tel que $x_M = 5 \text{ cm}$.

10 Potentiel

Une particule de charge $q = -10^{-12} \text{ C}$ est accélérée dans un champ électrique E . Initialement au repos au point A, elle acquiert une énergie cinétique de 10 GeV au point B, après avoir parcouru une distance de 5 cm . Déduisez-en :

- la valeur de la différence de potentiel entre A et B,
- l'intensité E du champ électrostatique.

EL3 Condensateurs

11 Source de courant

On charge un condensateur de capacité $C = 0,8 \mu F$ à l'aide d'une source de courant qui débite, pendant le temps $t = 2,5 s$, un courant d'intensité constante $I = 22 \mu A$.

Quelle est la charge acquise par le condensateur ? Quelle est la tension entre ses armatures ?

12 Energie emmagasinée

Quelle doit être la capacité d'un condensateur pour qu'il emmagasine l'énergie électrostatique $E = 10^{-4} J$ lorsqu'on applique entre ses armatures la tension $U = 100 V$? Quelle énergie E' possède-t-il lorsque la tension est $U' = 200 V$?

13

Les armatures d'un condensateur plan sont distantes de 1 mm. Il règne entre les armatures un champ électrostatique uniforme \vec{E} d'intensité 20 kV/m; la charge Q du condensateur est, dans ces conditions, égale à $10^{-8} C$.

- Quelle est la valeur de sa capacité C ?
- Calculer son énergie électrostatique E .

14

Les armatures d'un condensateur plan ont pour surface $S = 50 cm^2$ et sont distantes de $d = 5 mm$. L'espace entre les armatures est constitué par de l'air. Calculer sa capacité C .

15

Un condensateur plan comporte deux armatures de surface $S = 200 cm^2$, séparées par un isolant de 3 mm d'épaisseur. Cet isolant pourra être successivement de l'air ou du mica ($\epsilon_r = 8$).

On charge le condensateur sous la tension $U = 200 V$. On demande dans les deux cas de:

- Calculer sa capacité.
- Déterminer sa charge.
- Quelle est l'énergie emmagasinée? Conclure.

16

Un condensateur plan est formé par des armatures de surface S , le diélectrique de permittivité ϵ_R a pour épaisseur e . On charge ce composant sous la tension U .

Comment varient la capacité C , la charge Q et l'énergie E du condensateur si :

- S est divisée par 2 ?
- e est divisée par 2 ?
- U est divisée par 2 ?
- On décale l'une des armatures parallèle à elle-même ?

17 Influence du diélectrique

On considère un condensateur de capacité $C_1 = 2\mu\text{F}$ et un second de capacité $C_2 = 8\mu\text{F}$.

- Le premier condensateur est un condensateur plan dont les armatures, placées dans l'air, sont distantes d'un mm. Quelle est leur surface ?
- Le deuxième condensateur a les mêmes caractéristiques géométriques que le premier, mais on a placé un diélectrique entre les armatures. Quelle est la permittivité relative de ce diélectrique ? Expliquez !
- Quelle sera l'énergie emmagasinée par chaque condensateur, s'ils sont à tour de rôle branchés à une tension de 100 V ?

On donne : $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ S.I.

EL5 Dipôles passifs

18 Lampe

Une lampe à incandescence est marquée 75W à 220V.

- Quelle est l'intensité de courant et la résistance si elle fonctionne normalement ?
- Pour 25 V on mesure un courant de 120mA. Que vaut R et P.
- Que constate-t-on pour la résistance de la lampe ?

19 Diode Zener

Dessiner schématiquement la caractéristique $U=f(I)$ pour $U_s=0,6\text{V}$ $r=1\Omega$ et $U_z=5\text{V}$ $r'=2\Omega$. ($I=-0,2\text{A}$ à $+0,2\text{A}$)

20 Fil conducteur

Comparer la résistance d'un fil de cuivre et d'un fil de fer de 2m de longueur pour un

diamètre de 0,2mm. $R=\rho \cdot \frac{l}{S}$ avec $S=\frac{\pi}{4}d^2$

Résistivité de certains **métaux**, **alliages métalliques** et **non métaux semi-conducteurs**

Matériau	Résistivité $\times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$		Matériau	Résistivité $\times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$
argent	1,6		platine	10
cuivre	1,7		fer	10
or	2,4	variable	Silicium	0,1-60 Ωm
aluminium	2,7		étain	11
magnésium	4,6		plomb	22
tungstène	5,6	variable	Germanium	0,001-0.5 Ωm
zinc	6		constantan	49
nickel	7		mercure	96
laiton	7		nichrome	100
cadmium	7,6		Graphite/Carbone	800 - 4000

21 Puissance

On délivre une puissance de 2kW et on a le choix de le faire avec deux tensions différentes. $U_1=110\text{V}$ et $U_2=22\text{kV}$.

- Quelle sera dans chaque cas le courant qui circule.
- Evaluer la perte de puissance si ce courant traverse un fil de 5Ω .

22 Convention générateur et récepteur

Dessiner un montage avec 2 résistances $R_1=100\Omega$ et $R_2=200\Omega$ en parallèle et une résistance $R_3=50\Omega$ en série. La tension U_G du générateur vaut 20V.

- Calculer la résistance équivalente.
- Quelle intensité de courant circule à travers R_1 ?
- Expliquer le principe de convention récepteur et convention générateur en indiquant l'orientation de I et U (flèches) sur R_3 et le générateur.

23 Conducteur haute tension

La section d'un fil en cuivre de haute tension 15000V souterrain vaut 630mm^2 pour une longueur $L=12\text{km}$.

- Calculer la résistance du fil.
- Il circule une intensité de courant de 5000A. Que vaut la chute de tension ?
- Exprimer en % la perte de puissance par effet Joule par rapport à la puissance fournie initiale.

EL6 Dipôles actifs

24 Générateur

La différence de potentiel aux bornes d'un générateur est de 8,75 V lorsqu'il débite un courant d'intensité 1,3 A et de 7,5 V lorsque le courant vaut 1,8 A.

Calculez la f.e.m. et la résistance interne de ce générateur.

25 Puissance en fonction de l'intensité

Un générateur a une f.e.m. $E = 11 \text{ V}$ et une résistance interne $r = 5,5 \Omega$.

- Exprimez, en fonction de l'intensité I débitée :
 - la tension entre les bornes de ce générateur,
 - la puissance utile fournie par ce générateur,
 - son rendement électrique.
- Tracez la courbe représentant $P = f(I)$. Pour quelle valeur de l'intensité la puissance est-elle maximale ?

26 Moteur électrique

Un moteur électrique a une f.c.e.m. $E' = 100 \text{ V}$ et une résistance interne $r' = 4 \Omega$.

- Quelle est l'intensité de courant qui traverse le moteur si la tension à ses bornes vaut 110 V ?
- Quelle est la tension à appliquer pour qu'il soit traversé par un courant d'intensité 4 A ?

27 Moteur électrique

Un moteur électrique de résistance $0,8 \Omega$ est parcouru par un courant de 10 A lorsqu'il est alimenté sous une tension de 90 V.

Déterminez :

- sa f.c.e.m.,
- la puissance absorbée,
- la puissance utile fournie par ce moteur,
- son rendement électrique.

28 Accumulateur

Un accumulateur de f.e.m. $E = 12 \text{ V}$ et de résistance interne $r = 1 \Omega$ alimente un moteur électrique de f.c.e.m. $E' = 10 \text{ V}$ et de résistance interne $r' = 2 \Omega$.

Déterminez :

- l'intensité de courant dans le circuit (\Rightarrow loi de Pouillet générale),
- la tension entre les bornes de l'accumulateur,
- la puissance utile fournie par le moteur,
- le rendement du moteur.

29 Moteur de pompe

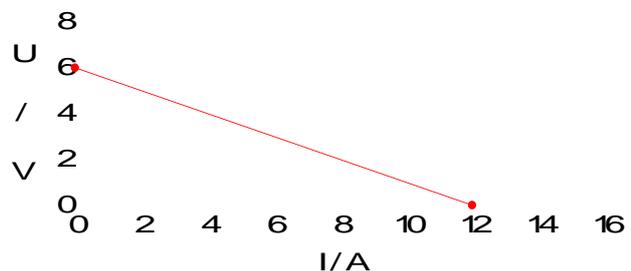
Un générateur ($E = 12 \text{ V}$; $r = 0,1 \Omega$) alimente un moteur de pompe ($E' = 6 \text{ V}$; $r' = 0,5 \Omega$).

- Quelle sera l'intensité de courant dans le circuit, si le moteur est directement relié au générateur ?
- Il peut arriver qu'un caillou bloque la pompe (le moteur ne tourne plus). Quelle sera alors l'intensité de courant ?
- Au-delà d'une intensité de 12 A , le moteur risque de se détériorer. Quelle résistance minimale R faut-il brancher en série, pour qu'en cas de blocage, l'intensité ne dépasse pas la valeur limite ?

30 Caractéristique

On enregistre la caractéristique suivante :

- Tracez le dispositif expérimental qui conduit à cette mesure.
- Interprétez la courbe :
équation, pente, intersections avec les axes. Quel est l'appareil qui présente une telle caractéristique ?
- Expliquez les transformations d'énergie qui ont lieu.



31 Génératrice

Une génératrice de courant continu convertit une puissance mécanique de $P_m = 1,86 \text{ kW}$ en énergie électrique. La tension à ses bornes est de 112 V et elle débite un courant électrique de $14,2 \text{ A}$.

- Calculer la puissance électrique fournie par cette génératrice au circuit extérieur.
- Calculer la puissance du transfert thermique dissipé par effet Joule.
- Quelles sont la f.é.m. de la génératrice ainsi que sa résistance interne r ?
- Sous forme d'un schéma, faire un bilan d'énergie de cette génératrice en termes de puissance.

32 Pile électrochimique

On se propose de tracer la caractéristique $U = f(I)$ d'une pile électrochimique en utilisant comme instrument de mesure deux multimètres. On dispose également d'un rhéostat et des fils de jonction nécessaires.

- Faire le schéma du montage électrique permettant d'effectuer ce tracé. Préciser le rôle de chacun des multimètres employés.

b) Les différentes mesures sont consignées dans le tableau suivant:

I (mA)	0	100	200	300	400	500	600
U_{PN} (V)	4,7	4,54	4,40	4,27	4,13	3,98	3,82

- c) Tracer la caractéristique de la pile. Caractériser la fonction $U_{PN} = f(I)$. En utilisant le tracé, déterminer la f.é.m. E de la pile et sa résistance interne r .
- d) Si la pile était mise en court-circuit, quelle serait alors l'intensité I_{cc} du courant électrique ?

33 Moteur électrique

Un moteur électrique fournit une puissance mécanique utile de 1500 W et dissipe simultanément par effet Joule une énergie de 15 kJ par minute. Calculer:

- la puissance électrique totale consommée par le moteur,
- l'énergie consommée par le moteur en une heure,
- le rendement de ce moteur dans les conditions de fonctionnement précédentes.

34 Moteur électrique

Un moteur électrique ($E' = 4\text{ V}$, $r' = 4\ \Omega$) est alimenté par un générateur ($E = 12\text{ V}$, $r = 2\ \Omega$).

- Calculer la tension aux bornes du moteur et l'intensité qui le traverse.
- Le moteur est bloqué. Que deviennent la tension et l'intensité ?

35 Cellule à électrolyse

Une cellule à électrolyse a une f.c.é.m. $E' = 1,6\text{ V}$ et une résistance interne $r' = 0,1\ \Omega$.

- On applique une tension $U_1 = 2,1\text{ V}$. Calculer l'intensité I_1 du courant qui traverse la cellule à électrolyse.
- On veut que l'intensité du courant soit $I_2 = 8\text{ A}$. Quelle est la tension U_2 à appliquer ?
- Calculer la puissance électrique reçue par la cellule ainsi que la puissance dissipée par effet Joule.
- En déduire le rendement de la transformation d'énergie dans l'électrolyseur.
- On veut que la puissance électrique consommée par l'électrolyseur soit de $15,5\text{ W}$. Quelle tension faut-il appliquer ?

36 Pile

Une pile a une force électromotrice $E = 1,5\text{ V}$ et une résistance interne $r = 0,5\ \Omega$.

On monte cette pile en court-circuit. Quelle est la puissance dissipée par effet Joule ?

37 Pile

Une pile de f.é.m. $E = 4,5\text{ V}$ et de résistance interne $r = 2\ \Omega$ est branchée aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R . L'intensité du courant qui traverse le circuit est $I = 0,3\text{ A}$.

- Déterminer la tension aux bornes de la pile et la puissance électrique qu'elle fournit.
- Calculer la valeur de la résistance R .
- Calculer la puissance totale dissipée par effet Joule dans ce circuit.

38 Générateur

Un générateur de f.é.m. $E = 33\text{ V}$ débite un courant d'intensité $I = 11\text{ A}$ lorsqu'il est connecté à un conducteur ohmique de résistance $R = 2,5\ \Omega$. Calculer :

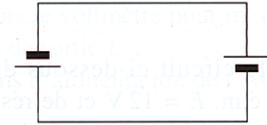
- la puissance dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique,
- la puissance totale disponible dans le générateur,
- la puissance dissipée par effet Joule dans le générateur,
- la résistance interne du générateur.

39 Deux piles

On considère le circuit suivant formé de deux piles de même f.é.m. $E = 4,5\text{ V}$ et de même résistance interne $r = 1,5\ \Omega$.

Calculer:

- l'intensité du courant qui traverse le circuit,
- la puissance totale dissipée par effet Joule.
- Reprendre les mêmes questions après avoir inversé le sens de l'une des deux piles.



40 Circuit électrique

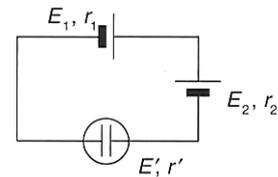
On considère le circuit suivant comportant l'association en série de deux accumulateurs (E_1, r_1) et (E_2, r_2), et d'un électrolyseur (E', r'):

$$E_1 = 12\text{ V}; r_1 = 4\ \Omega; E_2 = 4\text{ V}; r_2 = 3\ \Omega; E' = 3\text{ V}; r' = 2\ \Omega$$

- Déterminer le sens et l'intensité du courant dans le circuit.
- Comment fonctionne l'accumulateur 2?

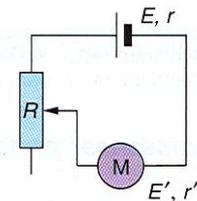
Calculer:

- la puissance totale fournie par l'accumulateur 1,
- la puissance électrique reçue par l'accumulateur 2,
- la puissance électrique reçue par l'électrolyseur.



41 Circuit électrique

On donne le circuit suivant dans lequel une batterie d'accumulateurs de f.é.m. $E = 12\text{ V}$ et de résistance interne $r = 5\ \Omega$ alimente un moteur électrique de f.c.é.m. $E' = 6,5\text{ V}$ et de résistance interne $r' = 1,5\ \Omega$ par l'intermédiaire d'un rhéostat R .



L'intensité maximale supportée par le moteur électrique vaut $I_{max} = 500\text{ mA}$. A quelle valeur doit-on régler la résistance du rhéostat lorsque le moteur est en fonctionnement ? En fait, le rhéostat sert aussi de rhéostat de protection destiné à limiter l'intensité du courant dans le moteur lorsque celui-ci ne tourne pas; quelle doit être la valeur minimale de la résistance du rhéostat pour assurer une protection efficace du moteur ?