Physique Générale A

Série d'exercices 10: Électrostatique II 20 janvier 2026

Remarque : les exercices au format QCM devraient être réalisables en 2 minutes environ. Des exercices plus longs sont proposés afin d'approfondir vos connaissances. Ceux-ci font toutefois partie du champ de l'examen.

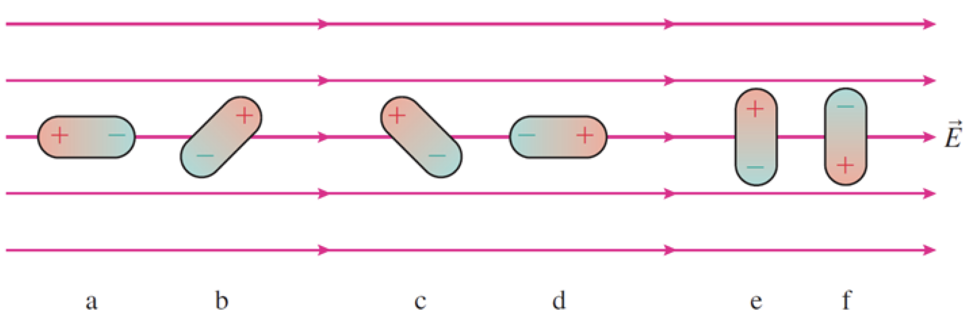
1.) **QCM A, Dipôle dans un champ électrique**

Un dipôle est plongé dans un champ électrique constant et uniforme. On ne considère que les forces électriques. On peut affirmer que :

A. Le dipôle subit une force totale non nulle.
B. Le moment de force subi par le dipôle est toujours nul.
C. Le dipôle s'oriente spontanément perpendiculairement au champ électrique.
D. Le moment de force subi par le dipôle est nul lorsqu'il est aligné dans le sens du champ électrique.
E. L'énergie potentielle du dipôle est minimale lorsqu'il est perpendiculaire au champ électrique.

2.) **QCM A, Énergie potentielle de dipôles**

On considère six dipôles électriques identiques placés dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$ dirigé vers la droite, comme représenté sur le schéma ci-dessous.



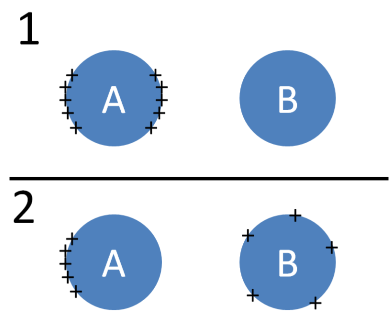
On demande de classer les énergies potentielles de ces dipôles, notées U_a à U_f, de la plus **positive** (maximale) à la plus **négative** (minimale).

On peut affirmer que l'ordre correct est :

A. $U_d > U_b > U_e = U_f > U_c > U_a$
B. $U_a > U_c > U_e = U_f > U_b > U_d$
C. $U_a = U_d > U_b = U_c > U_e = U_f$
D. $U_a = U_b = U_c = U_d = U_e = U_f$
E. $U_e = U_f > U_c = U_b > U_a = U_d$

3.) **QCM A : Sphères chargées**

Une sphère chargée A et une sphère neutre B sont mises en contact (de la situation 1 à la situation 2). Les charges "+" sont un déficit d'électrons. On peut affirmer que :



A. Les deux sphères sont métalliques.

B. Les deux sphères sont isolantes.

C. La sphère A est métallique et la sphère B isolante.

D. La sphère A est isolante et la sphère B métallique.

E. On ne peut pas dire si les sphères sont isolantes ou métalliques.

4.) **QCM K', Condensateur plan**

On charge un condensateur plan sous une différence de potentiel ΔV, puis on déconnecte les deux plaques (i.e. on enlève les fils utilisés pour charger les plaques). Si on écarte alors les plaques (leur distance d restant petite devant leur taille, pour garder les effets de bord négligeables), parmi les quantités suivantes, lesquelles augmentent ?

A. La différence de potentiel entre les plaques.

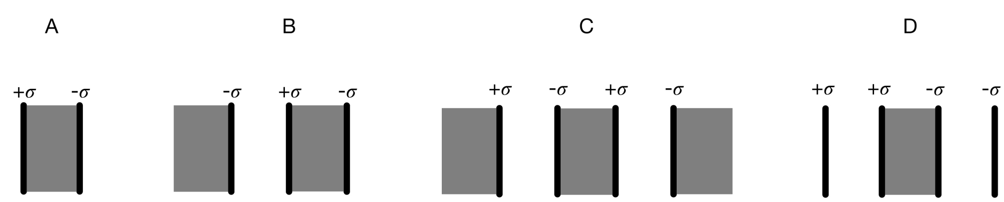
B. Le champ électrique.

C. La densité surfacique de charge des plaques.

D. L'énergie électrostatique emmagasinée.

5.) **QCM K', Plaques chargées**

Des plaques métalliques, que l'on suppose d'étendue infinie afin de négliger les effets de bord, portent chacune une densité de charge $+\sigma$ ou $-\sigma$ et sont disposées dans l'espace selon les configurations ci-dessous. Dans quels cas, la zone grise représente toutes les zones où le champ électrique résultant est nul ?



6.) **QCM K', Condensateur et diélectrique**

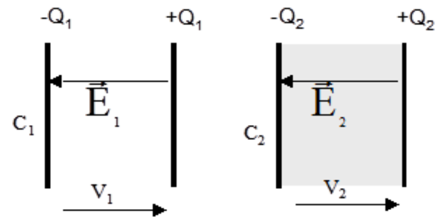
On compare un condensateur sans diélectrique avec un condensateur identique ayant un diélectrique de constante $\epsilon_r = 2$ (zone grisée). Les deux condensateurs ont la même charge $Q_1 = Q_2$ sur leurs armatures. On peut affirmer que :

A. $E_1 = 2E_2$.

B. $V_1 = 2V_2$.

C. $C_1 = 2C_2$.

D. $E_{p,1} = 2E_{p,2}$.



7.) **QCM K', Quatre condensateurs couplés**

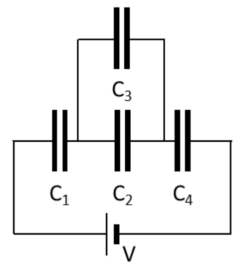
On considère un système formé de quatre condensateurs avec $C_1 = C_4 = 3 \cdot 10^{-3}$ F, $C_2 = 10^{-3}$ F et $C_3 = 2 \cdot 10^{-3}$ F. On mesure une tension de 3 V aux bornes de C_1. On peut affirmer que :

A. La capacité équivalente de C_3 et C_2 en parallèle vaut C_{eq} =3 mF.

B. La charge sur C_1 est la même que celle sur C_4.

C. La charge sur C_1 vaut $9 \cdot 10^{-3}$ C.

D. La tension aux bornes de C_2 est la même qu'aux bornes de C_3.



8.) **QCM K', Condensateurs en série**

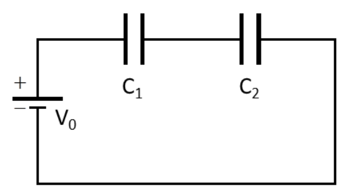
Deux condensateurs en série de capacité $C_1 = 1$ µF et $C_2 = 0.25$ µF sont alimentés par une source de tension $V_0 = 1$ V. On peut affirmer que :

A. La capacité équivalente vaut 0.2 µF.

B. Sur C_2, la charge Q_2 est plus grande que Q_1.

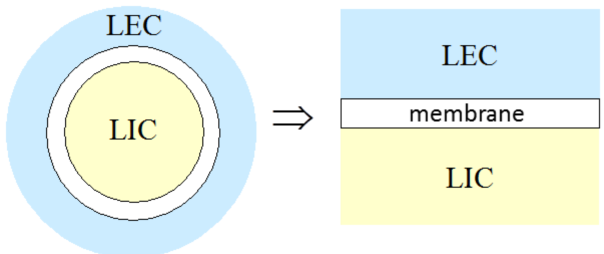
C. Sur C_1, la charge Q_1 vaut $2 \cdot 10^{-7}$ C.

D. La tension V_1 aux bornes de C_1 vaut 0.2 V.



9.) **Exercice d'approfondissement : Modélisation d'une cellule**

On modélise une cellule comme un condensateur plan (bien qu'elle soit sphérique) dont les armatures sont le Liquide Intracellulaire (LIC) et le Liquide Extracellulaire (LEC) avec une constante diélectrique relative $\epsilon_r = 3$ pour la membrane lipidique d'une surface 10^{-9} m^2 et d'épaisseur de 5 nm. Le potentiel du LEC est fixé à 0 V. Le potentiel du LIC vaut -70 mV.



A. Déterminer le signe de la charge portée sur l'extérieur de la membrane (du côté LEC).

B. Calculer la capacité de la membrane.

C. Calculer la charge portée sur la membrane externe. À combien d'ions Na^+ correspond cette charge ?

D. Déterminer l'énergie potentielle électrique stockée dans la membrane.

10.) **Exercice d'approfondissement : Effet de pointe**

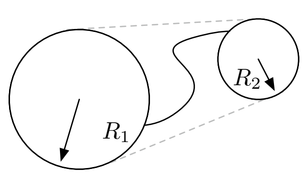
L'effet de pointe est la propension qu'ont les charges dans un conducteur à s'accumuler dans les régions dites pointues, c'est-à-dire de forte courbure. Cette accumulation de charges conduit à une augmentation du champ électrique au voisinage des pointes, et dont une des applications est l'attraction de la foudre (paratonnerre). Considérons un conducteur dont on modélise les aspérités extrêmes comme deux sphères conductrices avec rayons $R_2 < R_1$ comme montré dans le schéma ci-dessous. Dans un premier temps, les sphères sont séparées et chacune porte la même densité uniforme de charge σ et on néglige leur interaction électrostatique mutuelle. Dans un second temps, les sphères sont reliées par un fil conducteur d'un diamètre négligeable.

A. Montrer que le potentiel électrique est uniforme à l'intérieur d'un conducteur.

B. On définit le potentiel électrique comme étant nul à l'infini. En considérant une sphère chargée en tant que charge ponctuelle, calculer le potentiel V_1 à la surface de la sphère 1 en fonction de σ_1. Faire de même pour la sphère 2.
Rappel : le potentiel cré par une charge ponctuelle Q à une distance r est $V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{r}$.

C. On relie les deux sphères et on attend que le système soit à l'équilibre électrostatique, c'est-à-dire que les charges ne bougent plus. Que se passe-t-il avec les potentiels V_1 et V_2 à la surface de chaque sphère ?

D. À l'aide des relations précédentes, trouver une relation entre les nouvelles densités surfaciques de charge σ_1', σ_2' et les rayons R_1 et R_2. Montrer l'effet de pointe.



Simplification d'un conducteur (pointillés gris) par ses deux extrémités considérées comme sphériques.

Réponses:

1.) D.

2.) B.

3.) D.

4.) Vrai, Faux, Faux, Vrai.

5.) Faux, Faux, Vrai, Faux.

6.) Vrai, Vrai, Faux, Vrai.

7.) Vrai, Vrai, Vrai, Vrai.

8.) Vrai, Faux, Vrai, Vrai.

9.) **A.** Charges positives à l'extérieur et négatives à l'intérieur, **B.** $C = 5.31 \cdot 10^{-12}$ F, **C.** $Q = 3.72 \cdot 10^{-13}$ C, et 2.3 millions d'ions Na^+, **D.** $E_p = 1.3 \cdot 10^{-14}$ J.

10.) **A.** $V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E} \cdot \vec{ds} = 0$ car $\vec{E} = 0$, **B.** $V_i(R_i) = \frac{\sigma_i R_i}{\epsilon_0}$ pour $i = 1, 2$, **C.** $V_1 = V_2$, **D.** $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{R_2}{R_1}$.