

Électromagnétisme pour la Chimie

Contrôle continu

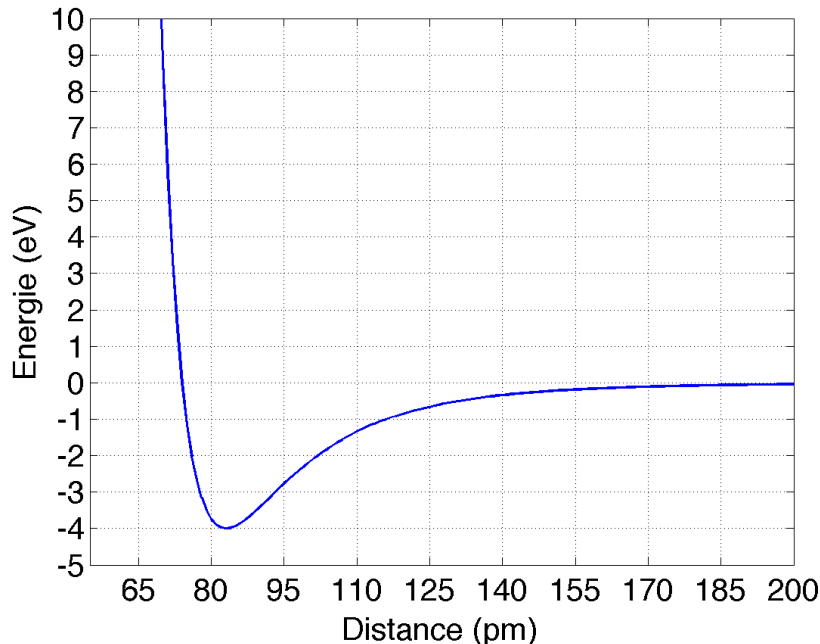
Jeudi 22 octobre 2015

Pas de documents - calculatrices *collège* autorisées

Le candidat veillera à écrire lisiblement, soigner la rédaction de sa copie, faire des schémas clairs, définir les grandeurs introduites, préciser leur unité et indiquer les vecteurs par un flèche surmontant leur symbole. On utilisera pour les applications numériques $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \text{ F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ et $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

A - Dihydrogène

La liaison dans la molécule de dihydrogène est décrite par la courbe suivante

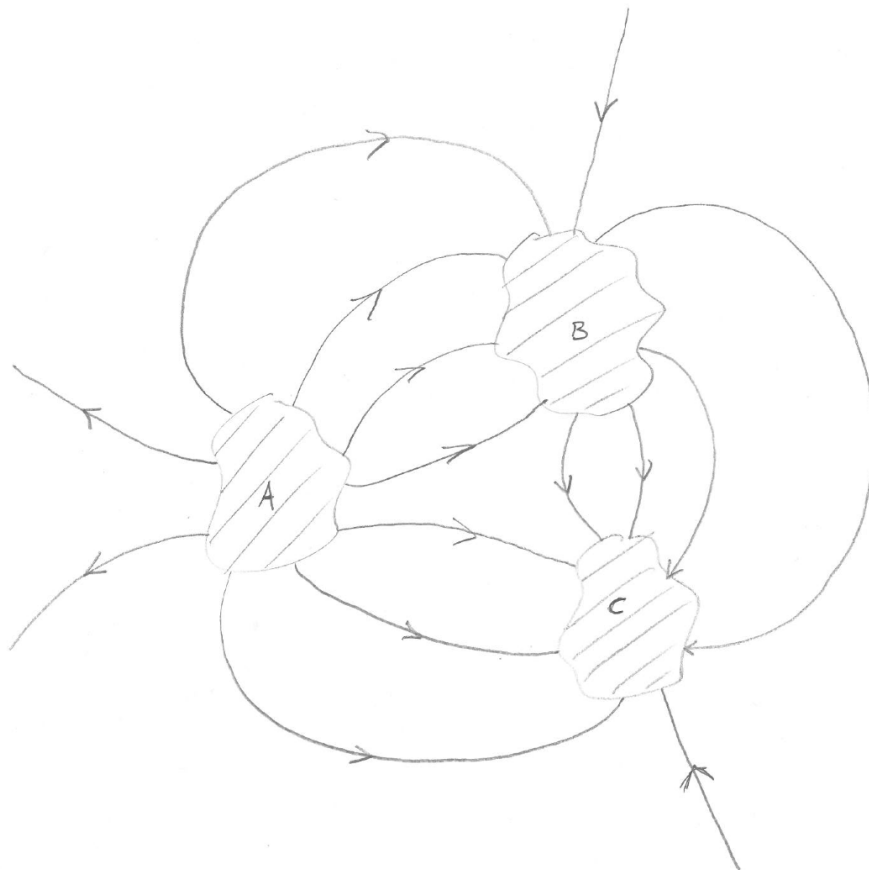


représentant l'énergie d'interaction entre les deux ions en fonction de la distance entre leurs noyaux. Déduire de cette courbe :

1. la longueur r_ℓ de la liaison,
2. l'énergie \mathcal{E}_ℓ de la liaison, en joules.

B - Conducteurs en influence

Les trois conducteurs à l'équilibre électrostatique A , B et C sont en influence, comme le montre le réseau de lignes de champ électriques qui relie leurs surfaces.



1. Classer les potentiels V_A , V_B et V_C de ces trois conducteurs par ordre décroissant.
2. Quelle relation mathématique relie le champ électrostatique et le potentiel scalaire ?

C - Condensateur

On considère un condensateur plan composé de deux plaques métalliques parallèles, toutes deux d'aire S , séparées par une couche d'épaisseur e de polystyrène de constante diélectrique $\varepsilon_r = 2,6$. La capacité C de ce condensateur

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{e}$$

varie avec l'épaisseur e quand la couche isolante est comprimée ou étirée. ε_0 est la permittivité du vide.

1. Dans un premier temps, le condensateur est relié aux bornes d'une alimentation électrique imposant une ddp U entre les plaques. À partir de l'expression

$$\mathcal{E} = \frac{1}{2} CU^2$$

de l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur, déterminer si la couche isolante est comprimée ou étirée.

2. Dans un deuxième temps, le condensateur est isolé, et supposé sans fuites. L'énergie emmagasinée dépend alors de la charge $\pm Q$ sur ses plaques :

$$\mathcal{E} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Déterminer si la couche isolante est maintenant comprimée ou étirée.

D - Pouvoir des pointes

On montre à l'aide du théorème de Gauss qu'en dehors de toute influence extérieure, une sphère conductrice de rayon R et de potentiel V porte une charge Q et crée un champ électrique E au voisinage extérieur de sa surface tels que :

$$Q = 4\pi\epsilon_0 R V \quad E = \frac{V}{R}$$

1. Préciser, pour un problème à symétrie sphérique comme celui-ci, la forme des surfaces équipotentiels et des lignes de champ électriques.
2. Énoncer le théorème de Gauss dans le vide de permittivité ϵ_0 .
3. À potentiel V constant, comment évoluent la charge Q et le champ électrique E de la sphère lorsque le rayon R tend vers zéro ? Commenter.

E - Analogie aimant-courant

Une petite bobine plate de $N = 25$ spires circulaires de rayon $a = 3$ cm et traversée par un courant continu d'intensité $I = 40$ mA est orientée suivant la normale

$$\vec{u}_n = 0,70 \vec{u}_x + 0,60 \vec{u}_y - 0,39 \vec{u}_z$$

dans un champ magnétostatique uniforme

$$\vec{B} = (21,5 \vec{u}_x - 8,5 \vec{u}_y - 44,5 \vec{u}_z) \text{ mT.}$$

1. Donner l'expression de la norme m du moment dipolaire magnétique de la bobine, puis la calculer.
2. Donner l'expression de l'angle θ entre les vecteurs \vec{u}_n et \vec{B} , puis le calculer.
3. Donner l'expression du flux magnétique $\Phi(\vec{B})$ à travers la bobine, puis le calculer.
4. Donner l'expression de l'énergie potentielle magnétique \mathcal{E}_p^m de la bobine dans le champ magnétique.
5. Quelle action mécanique le champ magnétique exerce-t-il sur la bobine ? Quelle propriété sur le flux magnétique est associée à la position d'équilibre stable ?

F - Force de Laplace

Deux fils rectilignes infinis parcourus par des courants continus $I_1 = 1$ A et $I_2 = 2$ A dans le même sens exercent l'un sur chaque mètre de l'autre une force attractive de 10^{-7} N.

1. Quel fil produit le champ magnétique le plus intense ?
2. Faire un schéma indiquant le sens des courants, le sens des champs et le sens des forces.
3. Comment obtenir une force répulsive ?

On rappelle la loi de Biot et Savart :

$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{\vec{u}_t \wedge \vec{u}}{r^2} d\ell$$