

Électromagnétisme pour la Chimie

Contrôle continu

Mercredi 26 octobre 2016

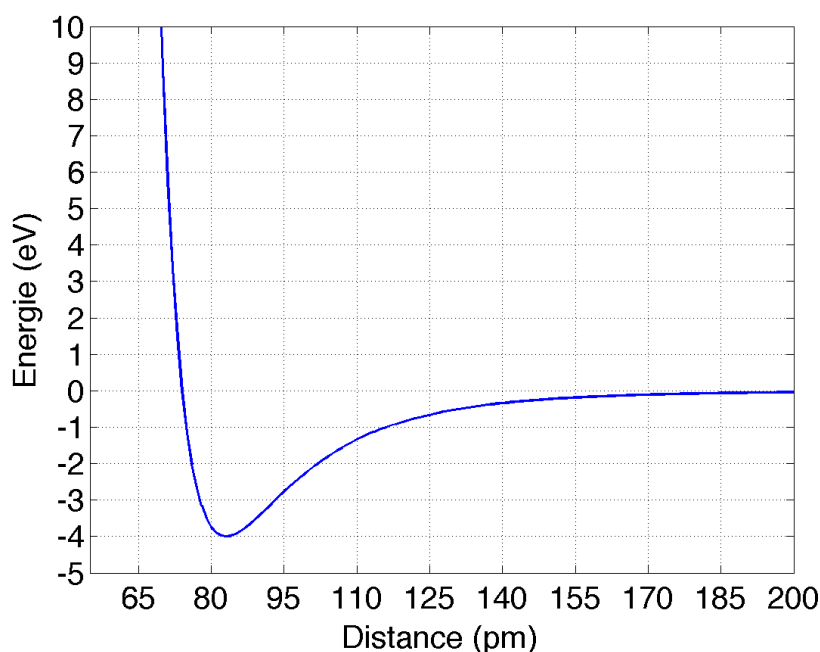
Pas de documents - calculatrices *collège* autorisées

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 donne pour les applications numériques $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9}$ F/m, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m et $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ 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 :

- (2 points) la longueur r_ℓ de la liaison, en picomètres ($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$), avec une précision de 5 pm,
- (2 points) l'énergie \mathcal{E}_ℓ de la liaison, en joules.
- (2 points (bonus)) Proposer un tracé des deux contributions, électrostatique et quantique, qui additionnées donnent la courbe ci-dessus.

B - Force de Laplace

Deux fils rectilignes parallèles parcourus par des courants continus $I_1 = +1 \text{ A}$ et $I_2 = +2 \text{ A}$ dans le même sens exercent l'un sur chaque mètre de l'autre une force attractive.

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

On rappelle la loi de Biot et Savart, avec les notations du cours :

$$\frac{d\vec{B}}{d\ell} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{\vec{u}_\ell \wedge \vec{u}}{r^2}$$

C - Moment dipolaire d'une molécule planaire

La molécule de formaldéhyde compte un atome de carbone lié à un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène. On donne les coordonnées $(x; y)$ dans le plan de ces atomes, en picomètres ($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$), et les charges partielles portées par les atomes d'oxygène et d'hydrogène en fractions du quantum de charge e .

O	(0; 118)	-0,38
C	(0; 0)	ε
H	(-94; -61)	+0,18
H	(+94; -61)	+0,18

- (2 points) Déterminer la charge partielle du carbone ε pour que la molécule soit électriquement neutre.
- (2 points) Calculer les composantes des moments dipolaires électriques \vec{p}_{CO} , \vec{p}_{CH1} et \vec{p}_{CH2} de la liaison CO et des deux liaisons CH. On rappelle que le vecteur $\vec{AB} = x_{AB}\vec{u}_x + y_{AB}\vec{u}_y$ partant du point $A = (x_A; y_A)$ et arrivant au point $B = (x_B; y_B)$ a pour composantes $x_{AB} = x_B - x_A$ et $y_{AB} = y_B - y_A$.
- (1 point) En déduire les deux composantes du moment dipolaire total \vec{p} de la molécule de formaldéhyde.

D - Condensateur

On considère un condensateur plan composé de deux plaques métalliques parallèles, toutes deux d'aire S , séparées par une couche d'isolant d'épaisseur ℓ et de permittivité ε . La capacité C de ce condensateur

$$C = \frac{\varepsilon S}{\ell}$$

varie avec l'épaisseur ℓ quand la couche isolante est comprimée ou étirée.

- (2 points) Calculer la valeur en farads de la capacité de ce condensateur, pour des plaques de 2 cm^2 séparées par une couche d'épaisseur 1 mm de polystyrène de permittivité $\varepsilon = 2,6 \varepsilon_0$.
- (2 points) Dans un premier temps, le condensateur est relié aux bornes d'une alimentation électrique imposant une ddp $U = V_2 - V_1$ entre les plaques. Calculer la charge Q_1 de la plaque branchée sur la masse : $V_1 = 0 \text{ V}$, et la charge Q_2 de la plaque portée au potentiel $V_2 = 12 \text{ V}$.
- (1 point) Préciser l'amplitude, la direction et le sens du champ électrique entre les plaques, supposé uniforme.
- (1 point (bonus)) À partir de l'expression

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

déterminer comment varie l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur en fonction de l'épaisseur ℓ de la couche isolante. En déduire si cette couche a tendance à être comprimée ou étirée.

- (1 point (bonus)) Dans un deuxième temps, le condensateur est isolé, et supposé sans fuites. L'énergie emmagasinée dépend alors de la charge Q :

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

Déterminer si la couche d'isolant est maintenant comprimée ou étirée.