GROUPE SCOLAIRE
ACADEMIA LIMAMOU LAYE
Aut : 003856 du 12/06/2003

Année scolaire 2012- 2013
Classe : Terminales S
Professeur : M SENE

SERIE D'EXERCICES P_4,P_5 FORCE ET CHAMP ELECTROSTATIQUES

Exercice 1 :
Une charge ponctuelle $q = 5.10^{-7}$ C est situé en un point O dans le vide. Caractériser le champ électrostatique produit par cette charge en un point A situer à la distance d = 10 cm du point O.

Exercice 2 :
Une charge située dans un champ électrostatique d'intensité 5.10^{5} v/m est soumise à une force de sens opposé au vecteur champ électrostatique d'intensité 8.10^{-14} N. Quelle est la charge portée par la particule ?

Exercice 3 :
Deux charges +q et –q sont placées respectivement en A et B. ($q = 1{,}4.10^{-9}$ C ; AB = 1,6 cm).
1) Donner les caractéristiques du champ électrostatique en un point M tel que le triangle AMB soit équilatéral.
2) Donner les caractéristiques du champ électrostatique en un point P quelconque de la médiatrice de [AB] connaissant la distance de P à O milieu de [AB]. Donnée : d = 3 cm

Exercice 4 :
Trois charges ponctuelles égales chacune à $q = 10^{-8}$ C sont placées dans le vide aux sommets d'un triangle équilatéral de côté a = 5 cm.

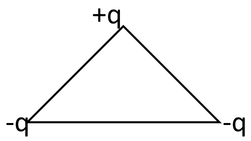
1) A quelle force $\vec{F}$ est soumise l'une des charges de la part des deux autres ?
2) Quelle est la valeur de l'intensité du champ électrostatique E au milieu d'un côté ?

Exercice 5 :
Soient quatre charges ponctuelles placées chacune au sommet d'un carré ABCD dont deux charges positives en A et C et deux charges négatives en B et D d'intensité $q = 10^{-6}$ C.
1) Calculer l'intensité du champ au centre du carré.
2) Calculer l'intensité du champ en A.

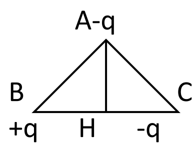
Exercice 6 :

Une charge ponctuelle q est placée en un point O d'un champ électrostatique uniforme tel que $\vec{E_1} = 200\,\vec{i}$ (E_1 en v/m) dans un repère orthonormé (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$). Au point A (-4, 0,0) le champ total est nul. L'unité de longueur est le centimètre.
a) Calculer la valeur de la charge q.
b) Déterminer le champ électrostatique au point B (-2, 2, 0) et au point C (4, 3, 0).

Exercice 7 :
Trois charges ponctuelles +q, -q et -q sont placées aux sommets d'un triangle équilatéral de côté a. Déterminer les caractéristiques du vecteur champ $\vec{E}$ régnant au centre du triangle, sachant que q = 0,10 nC et a = 10 cm.



Exercice 8 :
Trois charges ponctuelles +q, -q et -q telles que $q = 10^{-8}$ C sont placées aux sommets ABC d'un triangle équilatéral de côté a = 10 cm.
Déterminer les caractéristiques de la force électrostatique qui s'exerce sur une charge $Q = 10^{-10}$ C, placée en un point M de la médiatrice de BC tel que AH = HM.



Exercice 9 :
Deux charges +q et –q sont placées en deux points A et B d'abscisse – a et + a sur l'axe Ox d'un repère xOy.
1) Donner l'expression de la norme du vecteur-champ en tout point M de l'axe Ox.
2) Même question pour tout point N de l'axe Oy.

Exercice 10 :
Deux pendules électrostatiques identiques de masse 0,1 g portent chacun une charge $q = 1{,}4.10^{-8}$ C. Disposés comme l'indique la figure, ils s'écartent de 10° de la verticale.
Déterminer le champ électrostatique créé en A par la charge q placée en B si l'on admet que ce champ est horizontal. On donne $g = 9{,}8\ m/s^2$.

TRAVAIL DE LA FORCE ELECTROSTATIQUE
ENERGIE POTENTIELLE ELECTROSTATIQUE

Exercice 1 :

Dans une région de l'espace règne un champ électrostatique uniforme d'intensité $E_0 = 10^6$ V/m. Dans un repère orthonormé, ce champ a pour expression $\vec{E} = -E_0.\vec{k}$.

1) Calculer le travail de la force électrostatique qui s'exerce sur un électron lorsque cette particule passe du point A (1, 3, 4) au point B (5, 6, 0), l'unité de longueur étant le centimètre.
3) Donner la variation d'énergie cinétique (en eV) de cet électron.

Exercice 2 :

Dans un canon à électron, un électron quitte le filament ; il est accéléré par un champ électrique créé entre deux plaques. Il passe d'un point K de potentiel électrique $V_K = -20$ V à un point C de potentiel électrique $V_C = 20$ V.

1) Calculer la variation d'énergie potentielle de l'électron lorsqu'il passe de K en C.
2) Calculer le travail de la force électrique appliqué à l'électron entre K et C.
3) Calculer sa variation d'énergie cinétique entre K et C.

Exercice 3 :

Un générateur maintient une tension U = 200 V entre deux plaques conductrices parallèles situées dans le vide.

1) Un électron 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 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 cm ; la tension de 200 V 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 4 :

Soit un champ électrostatique uniforme d'intensité 200 V/m, parallèle à un axe x'ox et dirigé suivant ox. L'origine de l'énergie potentielle est le point O. Au point A, la différence de potentiel est : $V_A - V_O = -10$ V.

1) Donner l'abscisse du point A.
2) Un proton H^+ est situé en A. Quelle est son énergie potentielle ? Quel est le travail de la force électrostatique si l'on déplace le proton en O ?
3) Même question avec un électron initialement situé en A ?

Exercice 5 :

On maintient une d.d.p de 1000 V entre deux plaques conductrices identiques, parallèles, distantes de 5 cm. Une charge
$q = 10^{-12}$ C se déplace entre les plaques d'un point A, situé à 1 cm de la plaque positive, à un point B, situé à 2 cm de la plaque négative.

1) Calculer le champ électrostatique entre les deux plaques.
2) Calculer la d.d.p. $V_B - V_A = U_{BA}$.
3) Calculer l'énergie potentielle de la charge q en A, puis en B en prenant comme référence la plaque négative.
4) Calculer le travail de la force s'exerçant sur la charge q pour aller de A en B.

Exercice 6 :

Des ions $^{24}_{12}Mg^{2+}$ et $^{26}_{12}Mg^{2+}$ sont produit d'ionisation d'un spectromètre de masse. Ces ions, de vitesse initiale nulle, sont accélérés par une chambre d'ionisation C et la cathode K, percée d'un trou O.

1) Donner le signe de U_{KC}.
2) Quelle est la vitesse de chacun de ces ions passant par O ?
3) Après leur passage par le trou, ces particules sont déviées par un champ magnétique. Ce champ produit sur ces particules une force constamment perpendiculaire à leur vitesse. Donner les vitesses à la sortie du champ.
   Données : $m_p = m_n = 1{,}67.10^{-27}$ kg ; U = 4 000 V.
   On admettra que la masse d'un ion est égale à la masse des neutrons et des protons qui forme son noyau.

Exercice 7 :

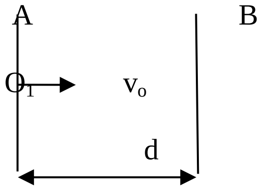
Soit $\Re$ (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$) un repère orthonormé associé à une région de l'espace. On crée un champ uniforme $\vec{E} = E.\vec{k}$, avec

E = 500 V/cm.

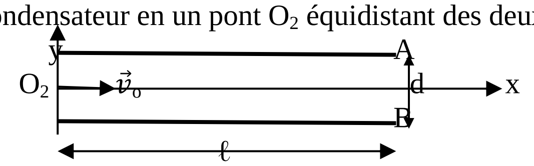
1) Calculer l'énergie potentielle d'un porteur de charge q en un point M (x , y , z) de cette région.
   On prendra Ep (O) = 0.
2) Un ion Cl^- passe d'un point A (1 , 1 , 1) au point B (-4 , 3 ,-1) ; calculer la variation de l'énergie potentielle de cet ion. En déduire le travail de la force au cours de ce déplacement. On exprimera les résultats en joule et en électrons-volts. L'unit é de longueur est le cm.
3) L'ion Cl^- est-il freiné ou accéléré lorsqu'il passe de A en B ?

Exercice 8

Dans tout l'exercice on suppose que le mouvement des ions a lieu dans le vide et on néglige le poids des ions par rapport aux autres forces.
Les questions 1 et 3 sont indépendantes.
Un condensateur plan est constitué de deux plaques métalliques parallèles verticales distantes de d=10cm (figure 1).
On établit entre les plaques une différence de potentielle $U_{AB} = V_A - V_B = 2.10^4$V.
1°) Donner les caractéristiques du vecteur champ électrostatique supposé uniforme à l'intérieur du condensateur et le représenter.
2°) Un faisceau homocinétique d'ions sulfure S^{2-} pénètre dans le condensateur en O_1 avec une vitesse v_O perpendiculaire aux plaques.



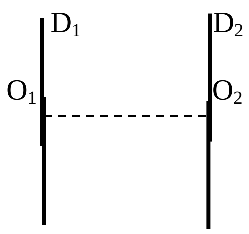
2-1°) Tracer qualitativement la trajectoire des ions.
2-2°) A quelle distance minimale d'approche d_o de la plaque B les ions rebrousseront- ils chemin ?
2-3°) Avec quelle vitesse v' les ions repasseront- ils en O_1 ?
Données : $v_O=4{,}5.10^5 m.s^{-1}$; Masse de l'ion sulfure : m= $5{,}32.10^{-26}$kg ; Charge élémentaire e= $1{,}6.10^{-19}$C
3°) Le faisceau homocinétique d'ions sulfure pénètre maintenant avec la vitesse v_O, parallèles aux armatures, dans le condensateur en un pont O_2 équidistant des deux plaques : la tension U_{AB} est positive, leur distance est d (figure 2).



les ions ressortent de l'espace champ en un point S d'ordonnée Y_S.
En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, calculer la valeur v_s de la vitesse au pont S ;
Retrouver ce résultat en appliquant la conservation de l'énergie.
Quelle est la valeur V_S du potentiel au pont de sortie S ?
Données numériques : $U_{AB=}2.10^{4V}$; d=10cm ; Y_S=4cm ; $v_O=4{,}5.10^5 m.s^{-1}$

Exercice 9

Un champ électrostatique uniforme est traversé par un mélange d'ions positifs ${}^{20}_{10}Ne^+$ et ${}^{A}_{10}Ne^+$ de masses respectives m_1 et m_2.
1°) Ces ions, émis sans vitesse initiale à partir d'un point O_1 de l'armature D_1, sont accélérés par le champ électrostatique uniforme produit entre D_1 et une autre armature D_2 tel que la tension $U_{D1D2}=U_O= 2.10^4$V .
1-1°) Déterminer l'énergie cinétique de ces ions.
1-2°) Calculer la vitesse v_1 de l'ion ${}^{20}_{10}Ne^+$ à sa traversée en O_2 de l'armature D_2.
2°) Etablir une relation entre les masses m_1 , m_2 et les vitesses v_1 et v_2 respectives de ces ions.
On donne $v_2=4{,}185.10^5 m.s^{-1}$, calculer la masse m_2 puis en déduire le nombre de masse A de l'ion ${}^{A}_{10}Ne^+$.
Données numériques : charge élémentaire e= $1{,}6.10^{-19}$C ; constante d'Avogadro N = $6{,}02.10^{23}$; masse d'un ion (en kg) $= \frac{A.10^{-3}}{N}$



CALORIMETRIE

Exercice 1 *:*

Calculer la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de l'air d'une chambre de 0°C à 1°C.

On donne : masse volumique de l'air ρ = 1,30 g/L. Dimensions de la chambre : 5mx4mx2,5m. Capacité thermique massique de l'air C_{air} = 820 J/kg.K.

Exercice 2 *:*

1. Un calorimètre contient 95g d'eau à 20°C. On ajoute 71g d'eau à 50°C. Quelle serait la température d'équilibre si l'on pouvait négliger la capacité calorifique du calorimètre ?
2. La température observée est de 31,3°C. Calculer la capacité calorifique du vase et de ses accessoires.
3. Dans ce calorimètre contenant 100g d'eau à 15°C, on plonge un échantillon métallique de masse 25g sortant d'une étuve à 95°C. La température d'équilibre est de 16,7°C. Calculer la chaleur massique du métal.

Exercice 3 *:*

1. Un calorimètre contient 100g d'eau à 18°C. On y verse 80g d'eau à 60°C. Quelle serait la température d'équilibre si la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires était négligeable ?
2. La température d'équilibre est en faite 35,9°C. En déduire la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires.

- Capacité thermique massique de l'eau : $C_{eau} = 4{,}18.10^3$ J.Kg^{-1}.K^{-1}.

3. On considère de nouveau le calorimètre qui contient 100g d'eau à 18°C. On y plonge un morceau de cuivre de masse 20g initialement placé dans de l'eau en ébullition. La température d'équilibre s'établit à 19,4°C. Calculer la capacité thermique massique du cuivre.
4. On considère encore le même calorimètre contenant 100g d'eau à 18°C. On y plonge maintenant un morceau d'aluminium de masse 30,2g et de capacité thermique massique 920 J.Kg^{-1}.K^{-1} à une température de 90°C. Déterminer la température d'équilibre.
5. L'état initial restant le même : le calorimètre contenant 100g d'eau à 18°C ; on y introduit maintenant un glaçon de masse 25g à 0°C. Calculer la température d'équilibre.

- Chaleur latente de fusion de la glace (à 0°C) : $L_f = 3{,}34.10^3$ J.Kg^{-1}.

6. L'état initial est encore le même : le calorimètre contenant 100g d'eau à 18°C ; on y introduit un glaçon de masse 25g provenant d'un congélateur à la température de –18°C. Quelle est la température d'équilibre ?

- Capacité thermique massique de la glace : $C_g = 2{,}10.10^3$ J.$^{Kg-1}$.K^{-1}.

Exercice 4 *:*

Dans un calorimètre de capacité calorifique μ = 56 J.K-1, on verse 100g d'eau. La température d'équilibre est 25 °C. On introduit alors 50g de glace à –10°C. On laisse s'établir l'équilibre thermique.

1. Dans quels domaines, la température finale peut-elle se situer ? Montrer que celle-ci ne peut- être inférieure ou égale à 0°C.
2. On suppose que toute la glace fond et que la température finale du système est supérieure à 0°C. Ecrire la relation qui permet de calculer cette température finale.

Données : L_f = 333 KJ.kg^{-1} ; $c_g = 2{,}10.10^3$ J.kg^{-1}.K^{-1} ; c_{eau} = 4180 J.kg^{-1}.K^{-1}

Calculer la température finale ; ce résultat est-il en accord avec l'hypothèse faite.

3. On suppose qu'il reste de la glace en équilibre avec de l'eau. La température finale est donc de 0°C. Calculer la masse de glace fondue.

Exercice 5 *:*

On veut refroidir un verre de jus de fruit pris à 30°C. La capacité calorifique du verre et jus est de 550J.K^{-1}. On introduit une certaine masse m de glace à 0°C. On veut que la température de l'ensemble soit de 10°C.

1. On admet qu'il n'y a échange de chaleur qu'entre la glace et le verre de jus de fruit. Calculer la masse de glace nécessaire.
2. En réalité, la masse de glace nécessaire est-elle supérieure où inférieure à la valeur trouvée ? Pourquoi ?

Exercice 6 *:*

1-On plonge dans un calorimètre à la température θ_1=20°C, de capacité calorifique μ=100J.K^{-1}, contenant une masse m_1=200g d'eau à la température $\theta_1$un bloc de fer de masse m_2=50g et un bloc d'aluminium de masse m_3 =80g à la température θ_2=100°C. Calculer la température d'équilibre θ, en supposant l'ensemble parfaitement adiabatique.

2-On ajoute ensuite dans le calorimètre un bloc de cuivre à la température θ_2=100°C. Calculer la masse m_4 du bloc de cuivre si la nouvelle température d'équilibre est θ'=33°C.

On donne : C_{Al}=890 Jkg^{-1}.K^{-1} ; C_{Fe}=460 Jkg^{-1}.K^{-1} ; C_{Cu}=385 Jkg^{-1}.K^{-1}

Exercice 7*:*

On donne les chaleur de réactions chimiques suivantes dans des conditions de température et de pression déterminées :

$C_2H_4 + 3\,O_2 \rightarrow 2\,CO_2 + 2H_2O$ (liquide) ; Q_1 = -1388 KJ

$C_2H_6 + 7/2\,O_2 \rightarrow 2\,CO_2 + 3\,H_2O$ (liquide) ; Q_2 = - 1540 KJ

$H_2 + ½\,O_2 \rightarrow H_2O$(gaz) ; Q_3 = - 243 KJ

Sachant que dans ces conditions, la condensation de la vapeur d'eau libère 41 KJ.mol^{-1}, déterminer la chaleur de réaction d'hydrogénation de l'éthylène en éthane.

Exercice 8 *:* On considère la combustion du méthane **:** $\mathbf{CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O}$

1. Équilibrer cette équation.
2. Les réactions suivantes sont exothermiques :

   * $C + H_2 \rightarrow CH_4$; Q_1 ** $C + O_2 \rightarrow CO_2$; Q_2 *** $H_2 + ½\,O_2 \rightarrow H_2O$; Q_3

   Dans les conditions standards de température et de pression (0°C, 1bar), les chaleurs de réactions sont :

   Q_1 = 75 KJ ; Q_2 = 393 KJ ; Q_3 = 242 KJ

   Calculer dans les mêmes conditions, la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'un mètre cube de méthane (on assimilera le méthane à un gaz parfait), les gaz étant ramenés à la température initiale.