

TD 1 PHYSIQUE

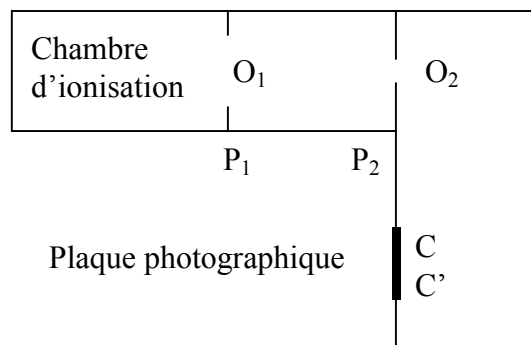
Electrostatique – Courant Electrique – Ondes – Niveau d'énergie dans un atome – Le photon – Thermodynamique

Exercice 1 - Séparation des isotopes dans un spectromètre de masse.

On donne : $1 \text{ uma} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

On négligera le poids des ions devant les autres forces.

On envisage la séparation, à l'aide d'un spectromètre de masse, des deux isotopes $^{238}\text{U}^+$ et $^A\text{U}^+$ de l'uranium, de masses respectives $m_1 = 238 \text{ u}$ et $m_2 = A \text{ u}$. Les ions sortent de la chambre d'ionisation pour entrer en O_1 dans un condensateur. Aux bornes des plaques P_1 et P_2 du condensateur on applique une tension $U_0 = 4 \text{ kV}$. On suppose que les ions sont introduits avec une vitesse initiale v_0 nulle.



1₁₁ – Quelle est la plaque qui doit être au potentiel le plus élevé pour que les ions soient éjectés du condensateur en O_2 ? Justifier la réponse en terme de champ et de force électrique.

1₁₂ – Quelles sont les énergies des ions des deux isotopes lorsqu'ils arrivent à la sortie du condensateur soit O_2 ?

1₁₃ – Exprimer les vitesses v et v' des deux isotopes $^{238}\text{U}^+$ et $^A\text{U}^+$ en O_2 . Calculer la valeur numérique de la vitesse des ions $^{238}\text{U}^+$ et exprimer la vitesse v' en fonction de v , m_1 et m_2 .

Les ions pénètrent dans une région où règne un champ magnétique d'intensité $0,1 \text{ teslas}$.

1₂₁ – Déterminer la direction et le sens de B pour que les ions arrivent sur la plaque photo en C pour $^{238}\text{U}^+$ et C' pour $^A\text{U}^+$. La trajectoire des ions étant dans le plan de la feuille : donner la forme de cette trajectoire, et l'expression du rayon de courbure.

1₂₂ – Calculer le rayon de courbure R_1 de la trajectoire des ions $^{238}\text{U}^+$.

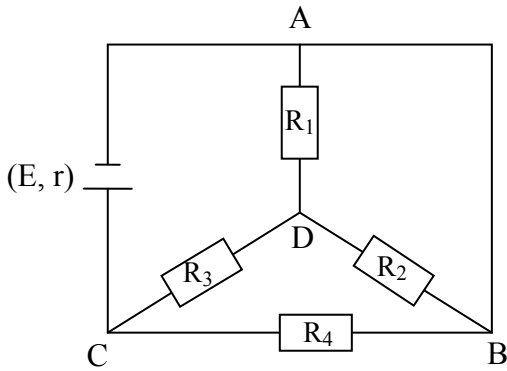
1₂₃ – Exprimer le rayon de courbure R_2 de la trajectoire des ions $^A\text{U}^+$ en fonction de R_1 et de A .

1₁₄ – Si O_2C et O_2C' sont des diamètres des trajectoires des ions $^{238}\text{U}^+$ et $^A\text{U}^+$ et que $CC' = 1,77 \text{ cm}$, calculer A .

Exercice 2 – Courant électrique.

On considère le montage ci-contre.

2₁ Déterminer la résistance équivalente du dipôle (A, C)

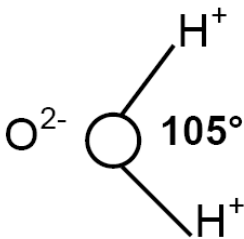


2₂ Déterminer les intensités des courants traversant chaque conducteur ohmique.
On donne $R_1 = 20 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $R_3 = 30 \Omega$ et $R_4 = 60 \Omega$, $E = 5 \text{ V}$, $r = 1 \Omega$.

Exercice 3 – Dipôle électrique

Une molécule d'eau peut être considérée en 1^{ère} approximation comme un ion O^{2-} et 2 ions H^+ (voir figure). Son moment dipolaire est de $p = 6,2 \cdot 10^{-30} \text{ C.m}$. Préciser la direction et le sens de p .

- On considère que les charges $-2e$ et $+e$ sont ponctuelles, en déduire la distance entre ces charges.
- Evaluer la distance moyenne entre 2 molécules d'eau dans l'état liquide.
- Quelle est l'énergie d'interaction entre 2 molécules d'eau dans la configuration ci-dessous ? La force d'interaction est-elle attractive ou répulsive ?



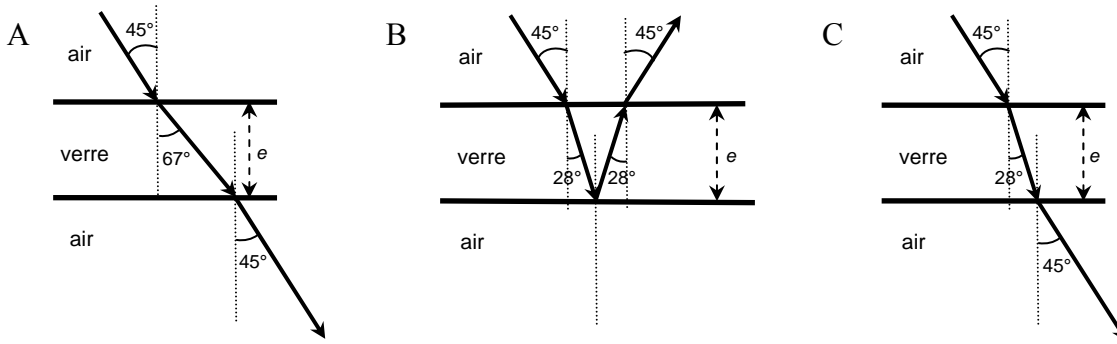
Exercice 4 - Propagation des ondes à la surface de l'eau

On fait tomber de l'eau goutte à goutte, à raison de 90 gouttes à la minute, sur la surface d'une nappe d'eau tranquille. On constate qu'il naît des rides circulaires dont le centre O est au point de chute, et que la distance entre deux crêtes consécutives est 40 cm.

- Quelle est la vitesse de propagation des ondes à la surface de l'eau?
- On considère le mouvement d'un fragment de liège M distant de 15 cm du point O. En admettant que ce mouvement est sinusoïdal de forme décrite par une fonction $a \cdot \sin(\omega t - kx)$, donner l'expression de l'élongation $y(t)$ de M par rapport à sa position d'équilibre (élongation maximale: $a = 0,75 \text{ cm}$)
- Calculer la vitesse maximale de M.
- Quelle est la différence de phases entre le mouvement de M et celui d'un autre fragment de liège M' placé à la distance $\text{OM}' = 75 \text{ cm}$ de O?

Exercice 5 - Loi de Descartes.

On envoie sous incidence i un pinceau de lumière monochromatique sur une lame de verre à faces parallèles placée dans l'air d'indice $n_{\text{air}} = 1$, d'épaisseur $e = 2 \text{ cm}$ et d'indice de réfraction $n = 1,5$. La trajectoire correcte du pinceau est :



Déplacement latéral du rayon de sortie est :

D...0,66cm.

E...6cm.

Exercice 6 – Diffraction.

On éclaire normalement une fente très allongée, de largeur a , avec un faisceau de lumière parallèle, de longueur d'onde λ . La figure de diffraction est observée sur un écran situé à une distance d de la fente.

6₁ Déterminer la largeur de la tache centrale.

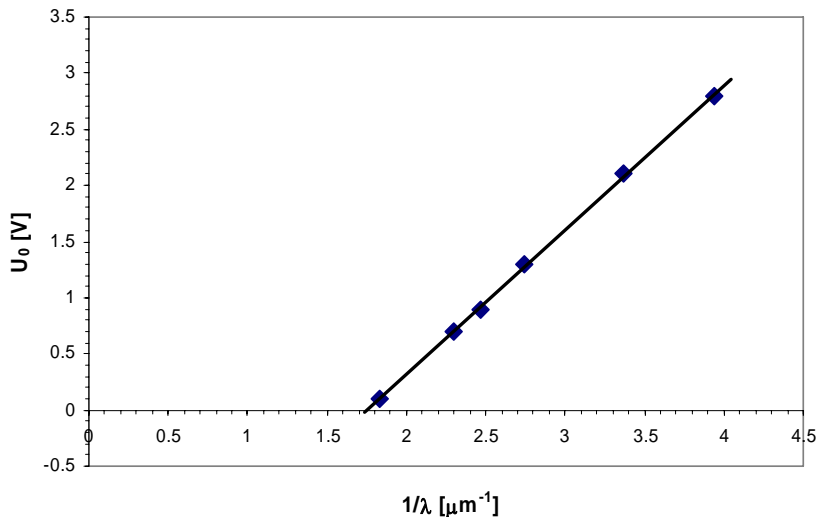
6₂ Donner la position angulaire du premier minimum de diffraction si la largeur de la fente est $a=3\lambda$.

Application numérique : $a = 50\mu\text{m}$, $d = 2\text{m}$ et $\lambda=632,8 \text{ nm}$.

Exercice 7 – Effet photoélectrique.

On considère les résultats d'une expérience sur l'effet photoélectrique. Le tube photoélectrique utilisé possède une électrode (cathode) couverte de césium. Les valeurs du potentiel électrique U_0 appliqué pour lesquelles le courant dans le tube photoélectrique tombe à zéro en fonction de l'inverse de la longueur d'onde λ des raies d'une lampe spectrale est tracé ci-dessous.

Déterminer la valeur de la constante de Planck et donner le travail d'extraction W du césium. Donner le domaine du spectre à laquelle les raies utilisées appartiennent.



Exercice 8 – Calcul de la longueur d'onde associée à un électron.

Calculer de la longueur d'onde associée à un électron (m_e , e^-) accéléré sous une tension $U = 300 \text{ kV}$.

On donne $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

On considère le cas où la vitesse v des électrons est très inférieure à celle de la lumière.

Exercice 9 – Transformations et lois de conservations.

Les deux récipients A et B à parois indéformables et adiabatiques sont de même volume V_0 et sont reliés par un tube très étroit (de volume intérieur négligeable) comportant un robinet R.

A l'état initial, le compartiment A est occupé par une mole d'azote (gaz supposé parfait, $M_{N_2} = 28 \text{ g.mol}^{-1}$, $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$) à la température T_0 et à la pression P_0 , le compartiment B est vide et le robinet R est fermé.

On ouvre le robinet R : l'écoulement du gaz de A vers B est suffisamment lent pour que la transformation puisse être supposée adiabatique. Au cours de cette transformation :

A – La variation de l'énergie interne du gaz est nulle.

B – La température finale est égale à $T_0/2$.

C – La pression finale est égale à P_0 .

D – La variation d'enthalpie du gaz est égale à P_0V_0 .

E – Les propositions A, B, C, D sont fausses.

Exercice 10 – Tension superficielle, capillarité

Données : Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$, Intensité du champ de pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

On veut déterminer la constante de tension superficielle de l'eau. Pour cela on réalise deux expériences.

I) Un anneau de faible épaisseur, de masse $m = 1,5 \text{ g}$ et de rayon $r = 1,6 \text{ cm}$, est en équilibre sur l'eau :

A – Si \vec{P} représente le poids de l'anneau et \vec{F} la résultante des forces de tension superficielle, alors l'équilibre de l'anneau se traduit par $\vec{P} = \vec{F}$.

B – Comme $r = 1,6 \text{ cm}$ alors la longueur totale de la ligne selon laquelle s'exercent les forces de tension superficielle est $l = 10 \text{ cm}$.

C – La constante de tension superficielle de l'eau est $\gamma = 0,147 \text{ N.m}^{-1}$.

D – La constante de tension superficielle γ est une mesure de cohésion du liquide.

E – Les propositions A, B, C, D sont fausses.

II) Suite : La hauteur d'ascension de l'eau dans un tube de $1/10 \text{ mm}$ de rayon est de 15 cm et l'angle de contact est $\theta = 0^\circ$.

A – Le mouillage est pratiquement parfait.

B – La valeur de la constante superficielle est calculée selon la loi de Jurin.

C – La valeur de la constante superficielle est $\gamma = 7,3.10^{-2} \text{ N.m}^{-1}$.

D – Si on chauffe le tube, on observe une ascension du liquide car la constante de tension superficielle augmente avec la température.

E – Les propositions A, B, C, D sont fausses.