



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES



www.ept.sn

Téléphone :706176325

BUREAU DES ÉLÈVES / COMMISSION PÉDAGOGIQUE / CONCOURS JUNIOR POLYTECH



Epreuve de Sciences Physiques

Premières — Session 2024 — Durée : 04 heures

NB : La clarté et la précision de la rédaction seront prises en compte dans l'appréciation de la copie.

Les candidats sont invités à encadrer dans la mesure du possible les résultats de leurs calculs.

L'épreuve est notée sur 20 points

EXERCICE 1:(5pts)

Première partie : Répondre aux questions suivantes (2pts)

1. Quand dit-on qu'un gaz est parfait ?
2. Qu'est-ce qu'une diélectrique ? En donner deux exemples.
3. Qu'est ce que la calorimétrie ? Dans quelle branche de la physique la retrouve-t-on ?
4. Citer les différents modes de transfert de chaleurs puis les expliquer ?

Deuxième partie : Fusion d'un glaçon (1.5pts)

Un calorimètre de capacité thermique $C = 150 J.K^{-1}$ contient une masse $m_1 = 200g$ d'eau à la température initiale $T_1 = 70^\circ C$. On y place un glaçon de masse $m_2 = 80g$ sortant du congélateur à la température $T_2 = -23^\circ C$. Déterminer l'état final d'équilibre du système (température finale, masse des différents corps présents dans le calorimètre).

Données : Chaleur massique de l'eau : $C_e = 4185 J.Kg^{-1}.K^{-1}$

Chaleur massique de la glace : $C_g = 2090 J.Kg^{-1}.K^{-1}$

Chaleur latente de fusion de la glace : $L_f = 3,34.10^5 J.Kg^{-1}$.

Troisième partie : Questions aux choix multiples(1.5pts)

Question 1 :

Un pendule simple de longueur 2 m est lâché depuis un angle de 30 degrés par rapport à la verticale. Quelle est sa vitesse maximale au point le plus bas ?

- a. 2 m/s
- b. 4m/s
- c. 6 m/s

Question 2 :

Une force de 50 N est appliquée horizontalement à un objet de 10 kg qui repose sur une surface horizontale. Si le coefficient de frottement cinétique entre l'objet et la surface est de 0.2, quelle est l'accélération de l'objet ?

- a. 2 m/s²
- b. 3 m/s²
- c. 4 m/s²
- d. 5 m/s²

Question 3 :

Un bloc de masse 2 kg est attaché à un ressort de raideur 100 N/m. Si le bloc est initialement comprimé de 0.2 m et relâché, quelle est sa vitesse lorsqu'il passe par le point d'équilibre du ressort ?

- a. 2 m/s
- b. 4 m/s
- c. 6 m/s
- d. 8 m/s

Nb:Les parties sont indépendantes

EXERCICE 2:(6 pts)

Le génie civil est une discipline de l'ingénierie qui se focalise sur la conception, la construction et l'entretien des infrastructures vitales pour nos sociétés modernes. Cela comprend la création de ponts, de routes, de barrages, de systèmes de distribution d'eau, d'aéroports, ainsi que la réalisation d'autres ouvrages comme les bâtiments, les égouts et les systèmes de traitement des eaux usées etc. Les ingénieurs civils développent des solutions innovantes qui améliorent l'environnement et renforcent les communautés en répondant à des besoins fondamentaux.

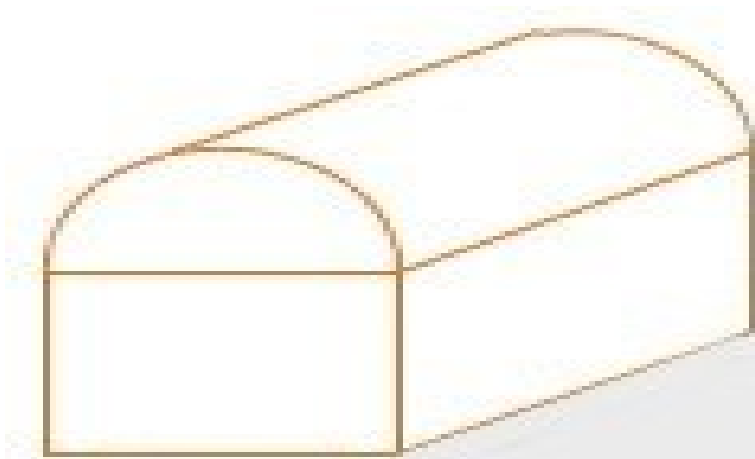
Dans le passé, le TNT a été utilisé dans le domaine du génie civil pour la modification de formations rocheuses dans le cadre de projets de construction d'infrastructures. Cette méthode a été employée pour faciliter la construction de tunnels, de routes dans des zones montagneuses ainsi que pour mener à bien des projets de modification de topographies. Son utilisation, bien qu'efficace, a nécessité une réglementation stricte et des protocoles de sécurité rigoureux pour minimiser les risques pour l'environnement, les infrastructures avoisinantes, et pour garantir la sécurité des travailleurs.

Cependant, avec l'évolution des pratiques du génie civil, des alternatives plus précises et respectueuses de l'environnement ont émergé. Ces alternatives incluent des techniques de forage avancées, l'utilisation de méthodes de découpe au laser, ainsi que d'autres approches d'ingénierie spécialisées qui offrent des options plus ou moins invasives de l'utilisation d'explosifs traditionnels.

Ces avancées ont permis de réduire les risques environnementaux tout en offrant une meilleure maîtrise des processus de modification des formations rocheuses pour des projets de construction d'infrastructures.

Le trinitrotoluène ou le TNT peut être synthétisé à partir du benzène(C_6H_6) en passant par plusieurs étapes : nitration(réactif : HNO_3) du benzène, réduction du nitrobenzène avec le fer métallique(Fe)et l'acide chlorhydrique(HCl),la nitration du toluène($C_6H_5-CH_3$) et la nitration du 2,4-dinitrotoluène($C_7H_6N_2O_4$).

1. Écrire les équations de ces différentes réactions chimiques.
2. Une entreprise de génie civil doit construire le tunnel dont la forme géométrique est représentée par la figure ci-contre à travers une montagne composée de granites avec une densité de $2,7 \text{ g/cm}^3$.



La quantité de TNT nécessaire par unité de volume(m^3) de roches à enlever est de 1 kg .

- a) Calculer la masse m_1 de roches à enlever en tonne.
- b) Calculer la masse m_2 de TNT nécessaire (masse théorique).
- c) Déterminer la masse expérimentale m_1 (en tonne) de TNT sachant que m_1 est solution de l'équation $f(x) = 0$ avec :

$$f(x) = x^3 + \frac{729+175\sqrt{5}}{350}x^2 + \frac{-1439+277\sqrt{5}}{350}x - \frac{429}{175}(1 + \sqrt{5})$$

En déduire le rendement de la synthèse de TNT.

Données :

$$M(C) = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(H) = 1 \text{ g/mol}$$

$$M(N) = 14 \text{ g/mol}$$

$$M(O) = 16 \text{ g/mol}$$

3. Sachant que lorsqu'il explose, le TNT se décompose en donnant du diazote, de la vapeur d'eau, du carbone et du monoxyde de carbone, écrire l'équation-bilan de la réaction puis déterminer la masse de carbone produite par l'explosion de la masse m_2 de TNT.

Que peut-on en dire de l'impact de telles méthodes sur l'environnement ?

DONNEES : $h = 1,5 \text{ m}$, $l = 4 \text{ m}$ et $L = 150 \text{ m}$

EXERCICE 3 (7 points)

Sur ses vieux jours, Isaac Newton évoqua l'anecdote de la chute d'une pomme dans son verger lorsqu'il était jeune.

Légende ou pas, cette pomme ou plus généralement la chute des corps sur la terre le fit réfléchir sur la pesanteur et notamment sur le cas de la lune par rapport à la Terre : pourquoi la Lune tout comme la pomme ne tombe-t-elle pas sur la Terre ? Quelle force est exercée sur la Lune pour la maintenir sur son orbite autour de la Terre ? Il établit alors que la force exercée sur la Lune était de même nature que celle exercée sur la pomme, et que la Lune tombait bien sur la Terre sinon elle serait emportée par sa vitesse. Il en conclut que la Lune était retenue sur son orbite grâce à une force d'interaction à distance exercée par la Terre : cette force fut appelée force de gravitation (mot qui vient de l'indo-européen grever qui signifie lourd, pesant). Il admet également qu'une telle force devait aussi être exercée par le Soleil sur les planètes pour les maintenir sur leurs orbites : cette généralisation à ce sujet alors à la gravitation universelle (littéralement gravitation de l'univers).

En comparant les périodes de révolution des planètes à leurs distances au Soleil, il établit que la force de gravitation était proportionnelle aux masses des corps en interaction et inversement proportionnelle au carré de la distance séparant les deux corps. Ce qui s'énonce :

$$F = \frac{G.m_1.m_2}{d^2}$$

Dès lors, on peut se proposer le scénario suivant :

Supposons qu'à un instant t donné, le soleil s'évapore.

1. Que devient alors la force d'attraction \vec{F}_s du soleil sur une planète quelconque du système solaire ? 1pt
2. Quel devrait être à présent la trajectoire de cet astre en supposant isolé le système {soleil + planète} à $t_2 < t + 479$?
Sous son acception ondulatoire, la lumière est une onde se propageant dans le vide avec une célérité de $c = 299792458 \text{ m/s}$. 1.5pts
3. Calculer alors le temps mis par les rayons lumineux émis par le soleil à l'instant t pour atteindre la planète. On prendra la distance Terre-Astre $D = 152000000 \text{ km}$. 1.5 pts

4. Sachant qu'aucune information ne peut voyager à une vitesse supérieure à C , que dire de la réponse à la question 2) ?
5. La loi de la gravitation permet-elle alors d'expliquer un tel phénomène ? que dire de cette loi ? En effet, celle-ci présente des limites ; elle est dès lors complétée par la théorie dite de la relativité générale. Mais c'est une autre histoire... 1.5 pts

EXERCICE 4:(6 points)

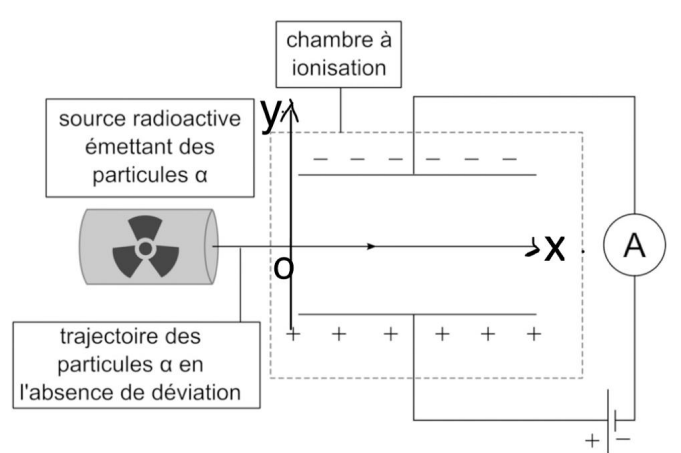
Pour prévenir les risques d'incendies, l'installation de détecteurs de fumée est nécessaire. Le principe des détecteurs de fumées dit ionique repose sur l'ionisation de l'air par les particules α . Cet exercice étudie la trajectoire d'une de ces particules dans la chambre d'ionisation du détecteur.

En l'absence de fumée, ces particules arrachent des électrons aux molécules de dioxygène Et de diazote présentes dans la chambre à ionisation.

Les ions et les électrons formés par l'ionisation de l'air sont soumis à un champ électrostatique uniforme entre deux plaques. Un courant électrique de faible intensité apparaît alors dans le circuit électrique.

En présence de fumée, ces ions et électrons sont capturés par les poussières et suies, ce qui provoque une chute de l'intensité du courant et déclenche une alerte.

On s'intéresse au mouvement d'une particule arrivant dans la chambre à ionisation en l'absence de fumée.



On donne : $d=3\text{cm}$ la hauteur de la plaque et $L=4\text{cm}$ sa longueur

Cette particule arrive au point O avec une vitesse initiale \vec{v}_0 parallèle aux plaques de condensateurs plan. Le champ électrostatique \vec{E} est identique en tout point entre ces plaques.

On étudie le mouvement de la particule α dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

Lors de cette étude, on négligera les éventuelles collisions avec les molécules de l'air, ainsi que la norme du poids de la particule α devant la norme de la force électrostatique \vec{F}_e subie par cette particule.

A l'instant $t = 0$, la particule α est au point O .

A l'instant $t = t_s$, la particule est à la sortie de la chambre d'ionisation, au point S d'abscisse $x = 1$ et d'ordonnée Y_s .

1. Recopier sur la copie le schéma de la **figure 1** puis y représenter la force électrostatique \vec{F} et le champ électrostatique \vec{E} que subit la particule α au point O . Justifier. 0.5pt
2. La relation liant la variation du vecteur vitesse de la particule α pendant un intervalle de temps Δt est :

$$\vec{F}_e = m_\alpha \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

- a. Montrer que le mouvement de la particule α Selon l'axe (Ox) est uniforme.
- b. En déduire l'expression de la durée t_s du passage de la particule α entre les deux plaques. Montrer enfin que la vitesse de la particule α sur l'axe (Oy) au point S s'écrit :

$$V_{Sy} = \frac{2eUL}{m_\alpha dV_0}$$

- c. Faire l'application numérique avec V_0 égale à la limite lorsque n tend vers $+\infty$ du rapport U_{n+1}/U_n de la suite (U_n) de Fibonacci définie comme suit :

$$U_0 = U_1 = 1 \text{ et}$$

$$U_n = \sqrt{\frac{1}{5}} \left(\left(\frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right)^n - \left(\frac{1 - \sqrt{5}}{2} \right)^n \right)$$

que l'on multiplie par 10^7 .

3. Montrer que le travail de la force électrostatique subi par la particule au cours de son passage dans le condensateur s'écrit

$$W_{os}(\vec{F}_e) = 2e \frac{U}{d} y_s$$

4. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, en déduire l'expression et la valeur de l'ordonnée Y_s du point de sortie. 1 pt
5. Expliquer pourquoi le mouvement de cette particule peut être considéré comme rectiligne dans la chambre d'ionisation.

Données :

Electronvolt(eV) : $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$

Charge de la particule : $q_\alpha = 2e$

Masse de la particule $\alpha m_\alpha = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Tension entre les plaques : $U = 9 \text{ V}$

$g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

FIN DE L'EPREUVE