

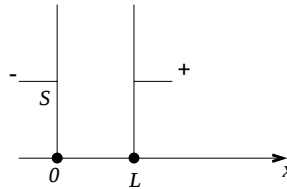
Concours Général de Physique Minko Balkanski 1999

*La clarté et la précision de la rédaction, qui doit être obligatoirement en **français**, seront prises en compte dans la note finale.*

La durée de la composition est de **4 heures**.

Problème I (11 points)

Le but de ce problème est l'étude des courants électriques dans un condensateur plan. Pour cela on considère un condensateur plan de section S et de distance L entre les électrodes. On lui applique une différence de potentiel U .

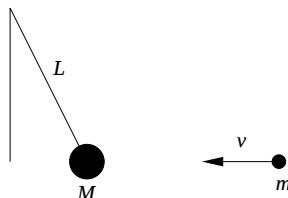


- 1.(1.5 points) On s'intéresse ici à un condensateur sous vide.
 - 1.a.(0.5 points) Donner l'expression du champ électrique E entre les électrodes. On considère un seul électron.
 - 1.b.(0.5 points) Quelle est la nature du mouvement de l'électron (on donnera la ou les grandeurs caractérisant le mouvement).
 - 1.c.(0.5 points) En supposant que l'électron part à la vitesse 0 d'un point situé à $x < L$, donner sa vitesse finale et le temps de parcours.
 - 2.(5.5 points) On remplit l'espace entre les électrodes avec du gaz parfait à la température T et la pression P . Pour modéliser l'interaction entre les électrons et les atomes du gaz on suppose que les électrons "voient" les atomes comme des sphères rigides de section σ^* , les électrons étant considérés comme points matériels. Ceux derniers ont, alors, un mouvement sans chocs pour une distance l^* dite de libre parcours moyen. Si n est la densité particulaire du gaz on a $n\sigma^*l^* = 1$.
 - 2.a.(1 point) Calculer n en fonction des données et des constantes fondamentales.
 - 2.b.(0.5 points) Donner le temps τ^* pour lequel l'électron parcourt la distance l^* (temps de libre parcours moyens) et sa vitesse finale. Faire une application numérique.
 - 2.c.(0.5 points) Donner la vitesse moyenne ν^* de l'électron. Faire une application numérique.
 - 2.d.(1 point) Supposant que la concentrations en électrons est η on pose $j = e\eta\nu^*$, alors le courant électrique à travers la surface S est $I = jS$. Donner la résistance du condensateur. S'agit-il d'un conducteur ohmique? Commenter.
 - 2.e.(2.5 points) En considérant η constant calculer le temps de décharge complète du condensateur. Commenter.
 - 3.(4 points) Si l'énergie des électrons est suffisamment élevée, ils peuvent créer par choc avec un atome du gaz un nouvel électron. Soit ϵ l'énergie de la première ionisation du gaz considéré.
 - 3.a.(0.5 points) Comment traduire "suffisamment élevée"?
 - 3.b.(1 point) Donner la différence de potentiel critique pour qu'on puisse observer cela. Faire une application numérique.
 - 3.c.(2 points) Supposant que l'électron part de $x = 0$ et qu'il produit un nouvel électron après chaque choc, donner le nombre d'électrons récupérés à la cathode.
 - 3.d.(0.5 points) A quoi cet appareil peut-il servir?
- Données numériques :** $S = 2\text{cm}^2$, $L = 1\text{cm}$, $U = 100\text{V}$, $P = 10^5\text{Pa}$, $T = 20^\circ\text{C}$.
 Rayon atomique : $r_a = 52,9\text{pm}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$, $k = R/N_a = 1,38 \cdot 10^{-23}\text{J.K}^{-1}$,
 $\eta = 10^{10}\text{m}^{-3}$.

Problème II (9 points)

Les parties de ce problème sont indépendants et peuvent être traitées dans l'ordre choisit par le candidat.

1.(4.5 points) on considère un pendule simple de longueur L et de masse M .



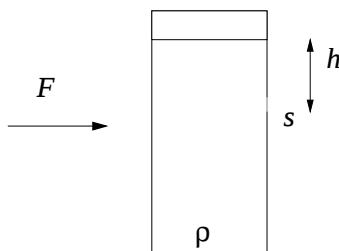
Des points matériels de masse m et de vitesse v rencontrent successivement le pendule à chaque fois qu'il passe par sa position d'équilibre après avoir effectué une période complète. Le pendule est immobile au début. Les chocs sont parfaitement mous.

1.a.(0.5 points) Donner la période des petites oscillations du pendule. Varie-t-elle avec la masse du pendule?

1.b.(1.5 points) Donner la hauteur à laquelle le pendule s'élève après n rencontres avec les points matériels.

1.c.(2.5 points) Donner une condition nécessaire pour que le pendule puisse faire un tour complet. Cette condition étant satisfaite donner le nombre n de rencontres pour que cela puisse produire (on notera $E(x)$ la partie entière de x).

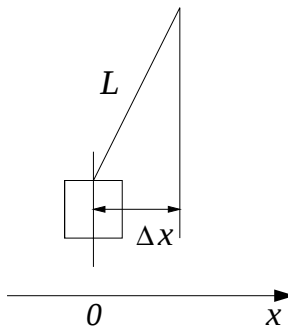
2.(4.5 points) Dans un récipient plein d'un fluide on perse un petit trou de section s . Le fluide a une masse volumique ρ et la masse du récipient avec le fluide (considérée invariable) est M . On note avec h la distance entre le trou et le niveau du fluide.



2.a.(0.5 points) Donner la vitesse d'écoulement du fluide à la sortie du trou.

2.b.(2 points) Quelle force F doit-on appliquer pour maintenir le récipient immobile.

On accroche maintenant le récipient avec un fil de longueur L .



2.c.(1.5 points) Calculer Δx .

2.d.(0.5 points) Expliquer brièvement ce qui se passe si le niveau du fluide varie lentement. (Une justification mathématique n'est pas demandée, mais le raisonnement doit être clair).

2.e.Question bonus(facultative)(+2.5 points): Donner l'expression de Δx en fonction du temps et la durée pour laquelle h devient nulle. On supposera la section S du récipient connue.