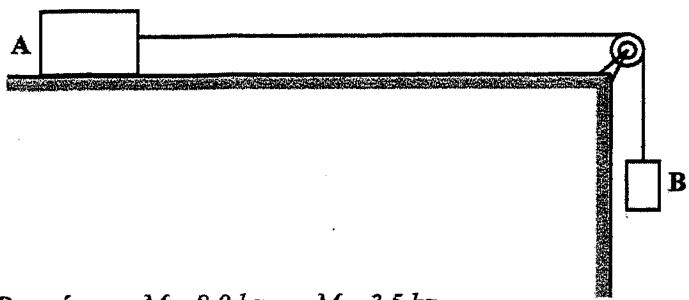
# Concours d'admission à l'IFMK de Berck sur Mer
# Epreuve de physique du 8 avril 2009 (durée : 1 heure)

**Questionnaire à choix multiples : (10 points)**

Reportez sur la grille jointe une croix dans la case correspondant à la réponse que vous pensez être juste.

*On prendra pour la valeur du champ de pesanteur à la surface terrestre : $g=9,81\ m.s^{-2}$.*

---

1°) 


Un solide A de masse $M_A$ est posé sur une table horizontale. Il est relié par l'intermédiaire d'un fil inextensible et de masse négligeable à un solide B de masse $M_B$.

Le solide B lâché sans vitesse initiale entraîne le solide A.

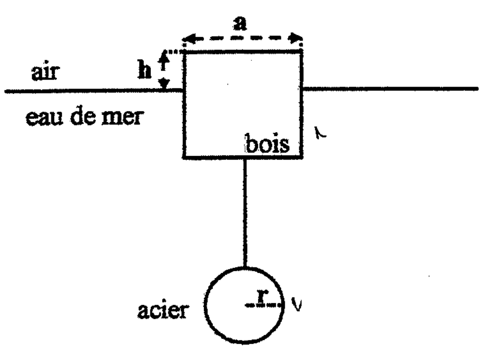
On suppose que le fil reste toujours tendu et que tous les frottements sont négligeables. On admettra que la tension du fil a la même valeur sur chaque brin de fil de part et d'autre de la poulie.

**Données :** $M_A=8,0\ kg$ $\quad M_B=3,5\ kg$

**Déterminer la valeur de la tension du fil (en N).**

**a :** 4,0 **b :** 24 **c :** 27 **d :** 32 **e :** 61 **f :** aucune réponse exacte

---

2°) 


Un cube en bois de côté a=8,0 cm est relié à une sphère en acier de rayon r =1,0 cm par un fil inextensible et de masse négligeable comme l'indique le schéma ci-contre.

Le système ainsi formé est plongé dans de l'eau de mer.

A l'équilibre, le cube émerge d'une hauteur h par rapport à la surface de l'eau de mer.

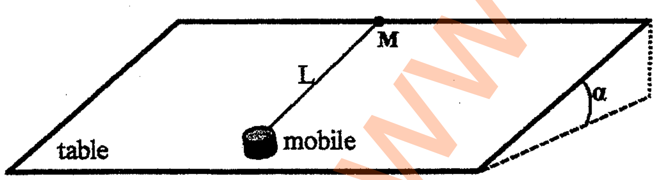
On ne tiendra pas compte de l'action de l'air sur la partie émergée du cube.

**Données :**
- *masse volumique du bois :* $\rho_B=7,40.10^2\ kg.m^{-3}$
- *masse volumique de l'eau de mer :* $\rho_E=1,03.10^3\ kg.m^{-3}$
- *masse volumique de l'acier :* $\rho_A=7,80.10^3\ kg.m^{-3}$
- *volume d'une sphère de rayon r :* $V=\frac{4}{3}.\pi.r^3$

**Calculer la hauteur h (en cm) dont émerge le cube.**

**a :** 1,2 **b :** 1,5 **c :** 1,8 **d :** 2,1 **e :** 2,3 **f :** aucune réponse exacte

---

3°) 


On considère une table inclinée par rapport à l'horizontale d'un angle α réglable. Un petit mobile autoporteur de masse m=135 g est suspendu à un point fixe M par un fil inextensible et de masse négligeable dont la longueur est L=38,2 cm. On négligera tous les frottements. On admettra que la période des oscillations de faible amplitude du pendule ainsi constitué se calcule par la relation :

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g.\sin\alpha}}}$$

On veut que la période T de ce pendule soit égale à la période des oscillations non amorties et de faible amplitude d'un pendule simple de même longueur L qui oscillerait à la surface de Mars.

**Données :** *masse de Mars* $M=6,42.10^{23}\ kg$ *rayon de Mars* $R=3,40.10^3\ km$
*constante de gravitation universelle* $G=6,67.10^{-11}\ SI$

**Calculer l'angle d'inclinaison α (en °) qu'il faut donner à la table pour vérifier cette situation.**

**a :** 22 **b :** 27 **c :** 32 **d :** 36 **e :** 38 **f :** aucune réponse exacte

---

4°) On considérera que les orbites de révolution de Vénus et de la Terre sont assimilables à des cercles dans le référentiel héliocentrique.

La période de révolution de Vénus est de 224,7 jours.

Le rayon de l'orbite de révolution de la Terre est égal à $1,50.10^8$ km, ce qui correspond à une unité astronomique, notée U.A.

**Calculer le rayon (en U.A) de l'orbite de révolution de Vénus.**

**a :** 0,46 **b :** 0,52 **c :** 0,61 **d :** 0,66 **e :** 0,72 **f :** aucune réponse exacte

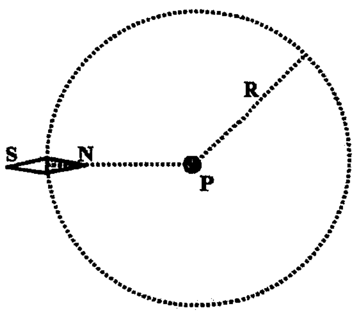
5°) Un moteur est branché à une pile de force électromotrice E=6,0V et de résistance interne r =1,2 Ω.
Le générateur fournit une puissance électrique de 2,8 W au moteur qui en convertit 80 % en puissance mécanique.
**Calculer la résistance (en Ω) du moteur.**
a : 2,1 b : 2,4 c : 2,7 d : 3,2 e : 4,4 f : aucune réponse exacte

---

6°) On utilise une lentille mince convergente de vergence C=1,5 δ pour former l'image du Soleil sur un écran.
L'axe optique de la lentille est dirigé vers le centre du Soleil.
Les rayons issus du bord du disque solaire forment un angle de $5,0.10^{-3}$ rad avec les rayons issus de son centre.
**Calculer le diamètre (en mm) de l'image du Soleil formée sur l'écran.**
a : 3,3 b : 4,2 c : 6,7 d : 8,2 e : 9,8 f : aucune réponse exacte

---

7°)




**Vue du dessus**

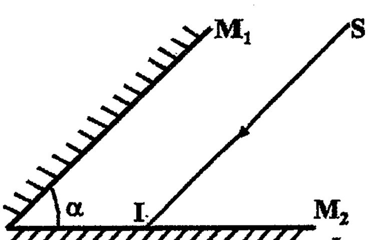
Un paratonnerre P est formé d'une longue tige conductrice verticale.
Lors d'un orage, ce paratonnerre touché par la foudre est parcouru du haut vers le bas par un courant très bref. On admettra que ce courant d'intensité I=2,7 kA est continu pendant la très courte durée où il circule dans le paratonnerre.
Une boussole est placée dans un plan perpendiculaire au paratonnerre comme l'indique le schéma ci-contre.
L'axe de la boussole est situé à la distance R=85 cm de l'axe du paratonnerre.
En l'absence de courant, le pôle nord de la boussole est dirigé vers l'axe du paratonnerre.
**Données :**
*Valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre :* $B_H = 20\,\mu T$

*Valeur du champ magnétique créé par la tige :* $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi . R}$ *avec* $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ *SI*

**Calculer l'angle (en °) dont la boussole a dévié de sa position d'équilibre lors du passage du courant.**
a : 85 b : 86 c : 87 d : 88 e : 89 f : aucune réponse exacte

---

8°)




*Le schéma n'est pas à l'échelle.*

Les surfaces réfléchissantes de deux miroirs plans accolés forment un angle α=52°.
Un rayon lumineux issu d'une source ponctuelle S est parallèle au miroir $M_1$.
Ce rayon incident se réfléchit en un point I du miroir $M_2$.
On appelle β l'angle aigu formé entre le second rayon réfléchi et le rayon incident.
**Calculer la valeur de l'angle β (en °).**
a : 13 b : 26 c : 38 d : 53 e : 76 f : aucune réponse exacte

---

9°) On injecte 5,0 mL d'une solution contenant une substance radioactive d'activité $A_0$ = 185 kBq dans le corps d'un chien endormi.
Au bout d'une durée de 20 heures après l'injection, on effectue un prélèvement de 25 mL de sang de l'animal.
La mesure de l'activité de ce prélèvement donne la valeur $A_P$= 1,14 kBq.
On suppose que la substance radioactive s'est diffusée de manière homogène dans tout le sang de l'animal.
**Donnée :** *demi-vie de la substance radioactive* $t_{1/2}$*=15 heures.*
**Calculer le volume total (en L) de sang dans le corps du chien.**
a : 1,0 b : 1,2 c : 1,4 d : 1,6 e : 1,8 f : aucune réponse exacte

---

10°) On considère le noyau de lithium ${}^{7}_{3}Li$ dont la masse vaut $m_{Li}$=7,0144 u.
**Données :**
*unité de masse atomique : 1 u=1,66054.10*$^{-27}$ *kg* *masse du neutron :* $m_n$*=1,00866 u* *masse du proton :* $m_p$*=1,00728 u*
*célérité de la lumière dans le vide : c=2,9979.10*$^{8}$ *m.s*$^{-1}$ *électronvolt : 1 eV=1,6022.10*$^{-19}$ *J*
**Parmi les affirmations suivantes relatives à ce noyau, combien y en a-t-il d'exactes ?**
- La masse de ce noyau est supérieure à la somme des masses des nucléons qui le constituent.
- Le défaut de masse de ce noyau est égal à $6,9876.10^{-28}$ kg.
- Le défaut de masse peut s'exprimer en MeV/c².
- L'énergie de liaison par nucléon de ce noyau est égale à 5,60 Mev.nucléon$^{-1}$.
- Le noyau de lithium peut s'unir avec un autre noyau léger pour former un noyau plus lourd : il s'agit de la fission nucléaire.

a : 1 b : 2 c : 3 d : 4 e : 5 f : aucune affirmation exacte

**Exercices : (10 points)** *Répondez aux questions en expliquant brièvement votre démarche.*

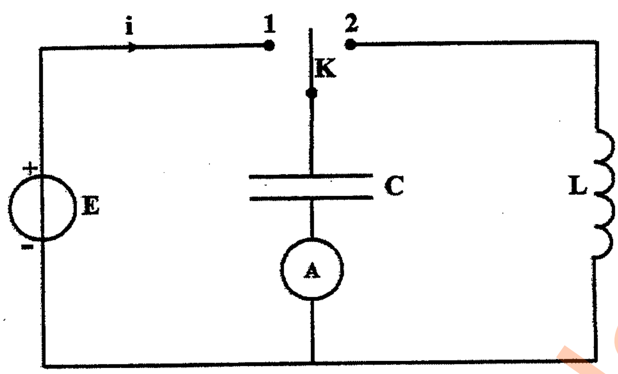
**Exercice 1 :**

Le pourcentage d'humidité relative P de l'air est le rapport exprimé en pourcentage, de la quantité de vapeur d'eau contenue dans un certain volume d'air à la quantité correspondant à la saturation dans les conditions considérées.
L'air parfaitement sec a un pourcentage d'humidité relative P=0 % et l'air complètement saturé d'humidité P=100 %.
Le capteur de certaines sondes d'humidité est composé d'un condensateur plan dont la capacité C varie en fonction de ce pourcentage d'humidité relative.
On dispose d'un condensateur de ce type dont les caractéristiques sont données dans la fiche technique ci-dessous.

On réalise le circuit ci-dessous, composé :
- du condensateur de capacité C ;
- d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- d'un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- d'un interrupteur K à deux positions ;
- d'un capteur ampèremètre relié à un ordinateur.

**Fiche technique du condensateur :**

- *La capacité C est une fonction affine du pourcentage d'humidité relative P*
- *Gamme d'utilisation : 10 %<P<90%*
- *Sensibilité du capteur :* $s = \dfrac{dC}{dP}$




**1 ère étape :**
L'interrupteur K est en position 1 pendant le temps nécessaire pour que le condensateur se charge complètement.

**2 ème étape :**
On bascule l'interrupteur K en position 2.
Le circuit est le siège d'oscillations électriques libres et d'amortissement négligeable.
On suit alors les variations de l'intensité i du courant dans le circuit.
On détermine avec un logiciel spécifique la fréquence f des oscillations électriques et la valeur maximale de l'intensité que l'on notera $I_m$.

La force électromotrice du générateur est réglée à E=12,0 V pour toutes les mesures.
On réalise une première mesure et on trouve : $I_m$ = 14,2 mA et f = 1,12 kHz.

**1) Déterminer la valeur de la capacité $C_1$ (en nF) du condensateur lors de cette mesure.**

**2) En déduire la valeur de l'inductance L (en mH) de la bobine.**

On considèrera que la valeur de l'inductance est constante au cours de toutes les mesures réalisées.
On effectue les mesures suivantes dans les mêmes conditions de température et de pression que la première mesure.
Le pourcentage d'humidité relative P est lu, pour chaque mesure, sur un hygromètre.

| Mesure | P (en %) | $I_m$ (en mA) | f (en kHz) |
|---|---|---|---|
| n°2 | 30,4 | 13,7 | 1,16 |
| n°3 | 54,8 | 14,9 | 1,07 |

La capacité C du condensateur varie en fonction du pourcentage d'humidité relative P selon la relation :

$\boxed{C = a.P + b}$ où a et b sont des constantes.

Dans cette relation, on exprimera C en nF et P en %.

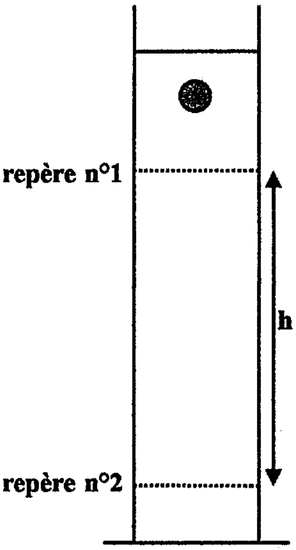
**3) Déterminer les valeurs des constantes a et b.**

**4) En déduire la valeur de la sensibilité s (en nF/%) du condensateur.**

**5) Déterminer la valeur $P_1$ du pourcentage d'humidité lors de la première mesure.**

## Exercice 2 :

Une bille sphérique en acier et de rayon r est lâchée sans vitesse initiale dans une éprouvette contenant de la glycérine.
Lorsque la bille passe devant le trait repère n°1, elle a déjà atteint sa vitesse limite $v_L$ de chute.




Une caméra couplée à un ordinateur permet de mesurer la durée de chute de la bille entre les deux traits repères.
Le début de cette mesure de durée commence lorsque le bas de la bille est tangent au trait repère n°1 et s'arrête lorsque le bas de la bille est tangent au trait repère n°2.
La distance entre les deux traits repères est notée h.
La durée de chute de la bille entre les deux traits repères est noté $\Delta t$.
On réalise deux mesures du temps de chute en prenant la glycérine à deux températures différentes.
Pour $\theta_1$=15,0 °C, on trouve une durée de chute $\Delta t_1$=20,9 s.
Pour $\theta_2$=20,0 °C, on trouve une durée de chute $\Delta t_2$=13,3 s.
On admettra qu'au cours de sa chute, la bille est soumise aux forces suivantes :

- son poids : $\vec{P}$
- la poussée d'Archimède exercée par la glycérine : $\vec{A}$
- la force de frottement fluide que l'on modélisera par : $\vec{f} = -k.\vec{v}$ avec $k = 6.\pi.\eta.r$

$\eta$ représente **la viscosité dynamique** de la glycérine. Unité : Pa.s

**Données :**

| | |
|---|---|
| *h= 80,0 cm* | *r =2,50 mm* |
| *masse volumique de l'acier : $\rho_A$=7,85 g.cm$^{-3}$* | *masse volumique de la glycérine : $\rho_G$=1,29 g.cm$^{-3}$* |
| *volume d'une sphère de rayon r : $V = \frac{4}{3}.\pi.r^3$* | |
| *relation entre la température absolue T (en K) et la température Celsius θ (en °C) : $T=\theta+273$* | |

**1) a) Représenter sur un schéma les forces qui s'exercent sur la bille lors de sa chute.**
**b) Donner l'expression de la vitesse limite $v_L$ en fonction de h et $\Delta t$.**
**2) Etablir l'expression de la viscosité dynamique $\eta$ en fonction de g, r, h, $\Delta t$, $\rho_A$ et $\rho_G$.**
**3) a) Calculer la valeur de la viscosité dynamique $\eta_1$ (en Pa.s) à la température $\theta_1$.**
**b) Calculer la valeur de la viscosité dynamique $\eta_2$ (en Pa.s) à la température $\theta_2$.**

La viscosité dynamique $\eta$ dépend donc de la température et vérifie, dans les conditions de cette expérience, la loi de Guzman-Andrade qui s'écrit :

$$\boxed{\eta = A.e^{\frac{B}{T}}}$$

T : température absolue (en K)
A et B : deux constantes à déterminer

**4) Déterminer la valeur de la viscosité dynamique $\eta_3$ (en Pa.s) à la température $\theta_3$=30,0 °C.**
**5) En déduire la durée de chute $\Delta t_3$ (en s) de la bille entre les deux traits repères, à cette température $\theta_3$.**