Concours d'entrée en 1ère année des années préparatoires de l'ENSAM Casablanca-Meknès

المدرسة الوطنية العليا للفنون و المهن
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARTS ET MÉTIERS

SERIES : SCIENCES MATHEMATIQUE A/B

Epreuve de physique

Durée: 2h20min **Le 2 Août 2014**

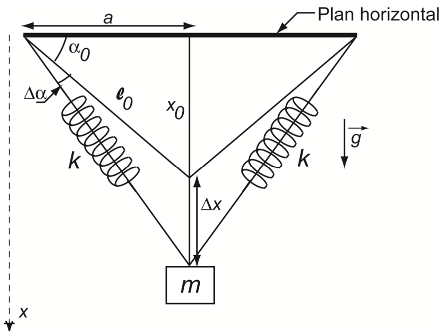
- *L'épreuve contient 4 pages. Elle est composée de deux parties indépendantes : une partie rédaction et une partie QCM.*
- *Répondre dans la feuille « fiche de réponse ».*
- *L'usage de la calculatrice programmable est strictement interdit.*

PARTIE REDACTION

Physique I: (Mécanique)

Exercice 1

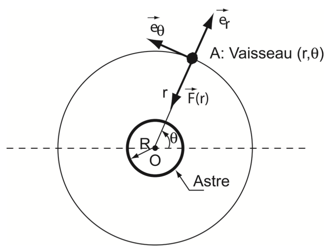
Une masse m=50kg est suspendue par deux ressorts identiques de constante de raideur k=0,5N/m et de longueur à vide l'. L'extrémité de chaque ressort est fixée à un plan horizontal immobile. Au repos, les ressorts sont inclinés d'un angle $\alpha_0 = 30^\circ$ avec le plan horizontal et ont une longueur de $l_0 = 2m$. En dehors de la position d'équilibre, l'angle avec l'horizontale est $\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha$. x_0 est la distance entre m à la position d'équilibre et le plan horizontal. On se propose d'étudier les oscillations de la masse m lorsqu'elle est écartée de la position d'équilibre par Δx puis relâchée sans vitesse initiale.



1. Donner l'expression de la longueur à vide des ressorts, l'.
2. A quelle équation différentielle en Δx ($x = x_0 + \Delta x$), la masse m, selon la verticale descendante, satisfait-elle ? le résultat est à exprimer en fonction de m, g, k, l_0, a, x_0.
3. Si on suppose que $\Delta x << x_0$ et $\frac{l_0}{\sqrt{x^2+a^2}} \approx 1 - \frac{x_0 \Delta x}{l_0^2}$. Ré-exprimer l'équation du mouvement trouvée dans la question 2 en fonction de m, g, k, l_0, et α_0.
4. Donner la valeur numérique de la période T lorsque $\alpha_0 \to 90^\circ$ à partir de l'horizontal.

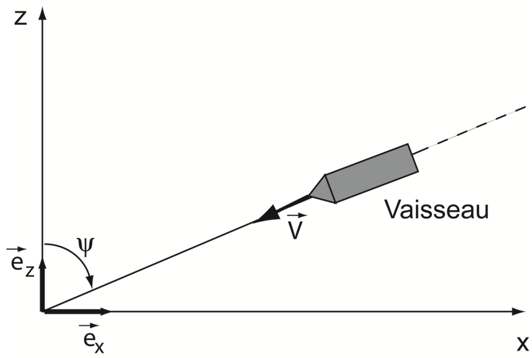
Exercice 2

Un vaisseau spatial, assimilé à un point matériel A, mobile sur une orbite circulaire par rapport à un astre de masse M, de centre O et de rayon R. La distance entre le vaisseau et le centre de l'astre est r telle que $r >> R$. $\mathcal{R}(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ est un référentiel galiléen lié à l'astre. Supposons que, dans un premier temps, le moteur fusé est éteint et le vaisseau est en vol sur son orbite avec la vitesse $\vec{v}(A/\mathcal{R})$ sous l'influence de la seule force gravitationnelle $\vec{F}(r) = -\frac{GMm}{r^2}\vec{e}_r$.



5. Nous appelons le moment cinétique, noté ici par $\vec{\mathcal{M}}_o$, la quantité vectorielle $\overrightarrow{OA} \wedge m\vec{v}(A/\mathcal{R})$ calculée au point O et associée au mouvement du vaisseau par rapport à l'astre. Donner la valeur vectorielle de $\left.\frac{d\vec{\mathcal{M}}_o}{dt}\right|_{\mathcal{R}}$.
6. Donner l'expression de $\vec{\mathcal{M}}_o$ en fonction de m, r et $\dot{\theta}$.
7. L'astre crée un champ gravitationnel $\vec{g} = -\frac{GM}{r^2}\vec{e}_r$ ayant une symétrie sphérique. Calculer l'énergie potentielle E_p du vaisseau. (on prendra $E_p(\infty) = 0$).
8. Donner l'expression de l'énergie mécanique E_m du vaisseau.
9. Exprimer la période de révolution T_{rev} du vaisseau en fonction de G, M. r.

A un instant donné du voyage du vaisseau, on décide de le faire rentrer dans l'atmosphère avec une vitesse V ce qui provoque le freinage du vaisseau par les hautes couches de l'atmosphère. Ce mouvement est décrit par l'équation suivante: $m\frac{dV}{dt} = -\alpha V^2 \exp\left(-z/H\right)$ avec α est une constante positive et H une hauteur caractéristique.



10. Exprimer $\frac{dz}{dt}$ en fonction de V et de ψ .

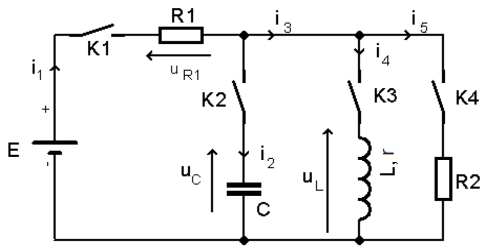
11. Donner l'expression de $\frac{dV}{dz}$ en fonction de α , *m, V, H* ψ et *z.*

12. Si la vitesse initiale à l'altitude z_i est V_i, et en supposant que $\exp\left(-z/H\right) >> \exp\left(-z_i/H\right)$ calculer $\ln\left(\frac{V}{V_i}\right)$.

Physique II (Electricité) :

On considère le circuit représenté sur le schéma ci-dessous, il comporte :

- Un générateur de tension continue E=10V.
- Une bobine d'inductance L et de résistance interne r=10Ω.
- Un condensateur C=200nF.
- Deux conducteurs ohmiques R_1= 10Ω et R_2= 30Ω.
- Quatre interrupteurs K_1, K_2, K_3 et K_4.



N.B.

- ✓ *Toutes les parties sont indépendantes et les valeurs des composants peuvent changer d'une partie à l'autre.*
- ✓ *Dans toutes les parties on note t=0 le temps où les interrupteurs basculent vers leurs positions respectives.*

<u>Partie A</u> : K_1 et K_2 sont fermés, K_3 et K_4 sont ouverts.

1. Etablir l'équation différentielle gouvernant l'évolution de la tension $u_C(t)$ en fonction de E, R1 et C.
2. Donner la valeur de la tension $u_C(t)$ en régime permanant.
3. Déterminer l'expression temporelle $u_C(t)$ en supposant que la tension initiale est $u_C(0)=U_0$.
4. En supposant $U_0=\alpha E$, où α est un coefficient compris entre 0 et 1, déterminer le temps t_0 au bout duquel la tension $u_C(t)$ devient égale à βE, où β est un coefficient compris entre α et 1.
5. Calculer le temps nécessaire pour que la tension $u_C(t)$ passe de 5% à 95%.
6. Calculer l'énergie emmagasinée par le condensateur C quand le régime permanent est établi.

<u>Partie B</u> : K_1 et K_3 sont fermés, K_2 et K_4 sont ouverts.

7. à $t=0^+$, donner l'intensité du courant i_1.
8. Etablir l'équation différentielle qui relie l'intensité du courant i_1 et sa dérivée en fonction de E, R1, r et L.
9. La constante du temps vaut 1ms, déduire la valeur de la bobine L.
10. Donner l'expression de la tension $u_{R1}(t)$ en fonction de E, R1, r et L.
11. Calculer l'intensité du courant i_1 en régime permanant.
12. Calculer l'énergie emmagasinée par la bobine quand le régime permanent est établi.

<u>Partie C</u> : K_1, K_3 et K_4 sont fermés, K_2 est ouvert.

à $t=0^+$:

13. Donner l'intensité du courant i_1.
14. Donner la valeur de la tension u_L.
15. Calculer la résistance équivalente vue par la source de tension.

Quand le régime permanent est établi :

16. Calculer la résistance équivalente vue par la source de tension.
17. Donner l'intensité du courant i_5.

<u>Partie D</u>: K_1, K_2, K_3 et K_4 sont fermés.

Dans cette partie, le condensateur est initialement déchargé et la bobine L est remplacée par une bobine L1=10mH ayant une résistance interne négligeable.

18. Etablir l'équation différentielle qui relie le courant $i_L(t)$ et ses dérivées.

PARTIE QUESTIONS A CHOIX MULTIPLES

Important: *Cette épreuve est un Q.C.M (questions à choix multiples). Pour chaque question, on vous propose 4 réponses. Cocher la réponse juste par une croix dans la case correspondante.*

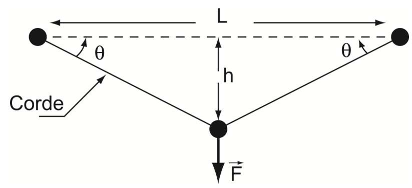
Barème : *Une réponse juste : + 2, Pas de réponse : 0, Une réponse fausse ou plus d'une seule réponse :-1*

1. A $t=0$, une particule au repos située à 10m de l'origine accélère avec une valeur de 2m/s^2 dans le sens négatif. A $t=4s$, elle acquiert une certaine vitesse avec laquelle elle continue son voyage avec une accélération nulle jusqu'à $t=7s$.

Quelle est sa position, par rapport à l'origine, à l'instant $t=7s$?

a. -30m **b.** –8m **c.** -40m **d.** -59m

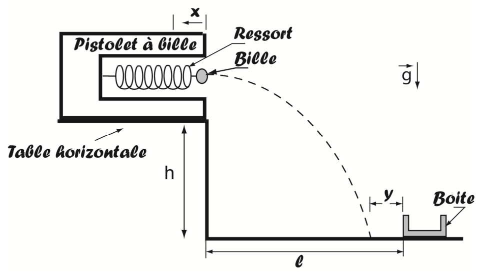
2. Supposons qu'une corde est attachée par ses deux extrémités à deux barres distants de L=30m. Vous prenez le milieu de la corde et vous exercez une force F=1000N perpendiculaire à l'horizontale. Le point d'application de la force est situé à *h*=1m de la ligne horizontale séparant les 2 barres.



Quelle est la tension T que vous exerceriez sur le fil?

a. 500N **b.** 1000N **c.** 15000N **d.** 7500N

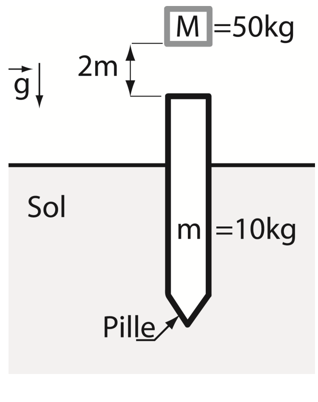
3. Deux enfants jouent avec un pistolet à bille, placé sur une table horizontale, où ils essayent de tirer sur une boite située à une distance ℓ inconnue et une hauteur *h* du pistolet. Le pistolet projette une bille de masse *m* à partir du bord de la table. Il est muni d'un ressort de constante de raideur *k*.
Le premier enfant comprime le ressort à une distance *x* par rapport au bord de la table et lance la bille. Il constate que la bille est loin de la boite d'une distance *y*.



Avec quelle distance *x*, le 2ème enfant doit-t-il comprimer le ressort pour mettre la bille dans la boite ?

a. $\sqrt{\dfrac{2hk}{gm}}x$ **b.** $\sqrt{\dfrac{h}{2gm}}kx$ **c.** $\sqrt{\dfrac{2h}{3gm}}kx$ **d.** $\sqrt{\dfrac{gm}{hk}}x$

4. Une pile cylindrique de masse *m*=10kg et de diamètre 20cm est enfoncée dans le sol grâce à des couts de marteau. Ce denier, est un bloc en acier de masse *M*=50kg chutant verticalement et librement, à plusieurs reprises, d'une hauteur de 2m. On prendra $g=9.81m/s^2$.



4.1 La vitesse *v* du bloc en acier juste avant le choc est :

a. 6.32m/s **b.** 4.42m/s **c.** 6.26m/s **d.** 5m/s

4.2 En supposant que la quantité de mouvement se conserve, l'expression de la vitesse *V* de l'ensemble (Masse *M* et *m*) immédiatement après le choc est:

a. $V=v$ **b.** Nulle **c.** $V=\dfrac{5}{6}v$ **d.** $V=\dfrac{6}{5}v$

4.3 A la *n*^{ème} chute de la masse M et le choc avec *m*, la pile est enfoncée dans le sol avec *s*=5 cm de profondeur et avec une décélération *a*. Le choc entre les deux masses est considéré inélastique*.
L'accélération *a* vaut :

a. 272.48m/s^2 **b.** 52.2m/s^2 **c.** 195.36 m/s^2 **d.** 27.24m/s^2

**Un choc inélastique est un choc durant lequel l'énergie cinétique ne se conserve pas.*

4.4 Appliquer le principe fondamental de la dynamique sur le système (Masse M et m) immédiatement après le choc pour trouver la force de résistance au déplacement (frottement) F_r due à la pénétration de la pile dans le sol.
La force F_r vaut :

a. 13.62kN **b.** 16.35kN **c.** 11.72kN **d.** 3.13kN

5. En alternative, un voltmètre mesure :

a. la valeur maximale de la tension.
b. la valeur minimale de la tension.
c. la valeur efficace de la tension.
d. la valeur instantanée de la tension.

6. L'impédance Z d'un dipôle :
a. est indépendante de la fréquence N de la tension alternative.
b. augmente avec cette fréquence.
c. diminue avec cette fréquence.
d. varie avec cette fréquence.

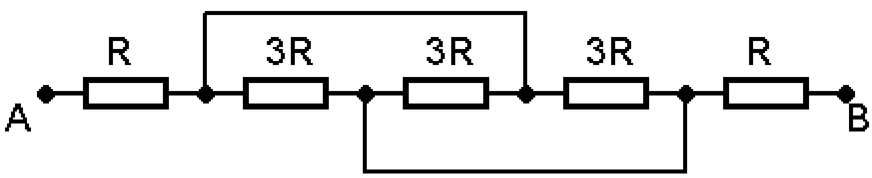
7. Une bobine se comporte comme un conducteur ohmique :
a. lorsque le courant qui la traverse change de valeur.
b. lorsque la tension entre ces bornes change de valeur.
c. en régime permanent.
d. en régime variable.

8. La tension ne peut pas présenter de discontinuité :
a. aux bornes d'un condensateur.
b. aux bornes d'une bobine.
c. aux bornes d'un conducteur ohmique.
d. aux bornes d'un interrupteur.

9. Dans un régime apériodique d'un circuit RLC, le courant :
a. passe par un maximum puis converge vers une valeur finale.
b. converge de façon monotone vers sa valeur finale.
c. oscille en convergeant vers une valeur finale.
d. oscille en divergeant.

10. La constante d'amortissement d'un circuit RLC est :
a. L/R
b. 2L/R
c. LR
d. R/L

11. Quelle est la résistance équivalente du dipôle AB du montage suivant :



a. 3R
b. 5R
c. 7R
d. 11R