



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



SERIES : SCIENCES MATHÉMATIQUE A/B

Epreuve de physique

Durée: 2h20min

Le 2 Août 2014

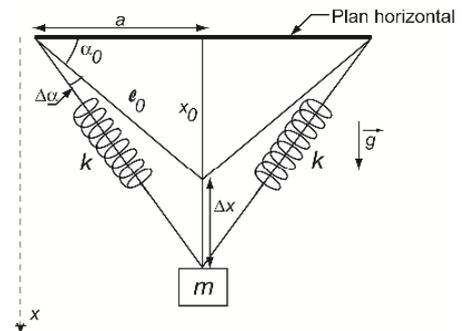
- L'épreuve contient 4 pages. Elle est composée de deux parties indépendantes : une partie rédaction et une partie QCM.
- Répondre dans la feuille « fiche de réponse ».
- L'usage de la calculatrice programmable est strictement interdit.

PARTIE REDACTION

Physique I: (Mécanique)

Exercice 1

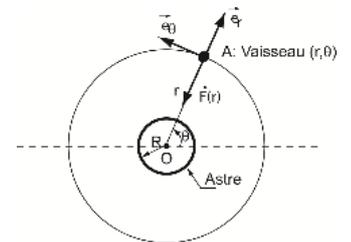
Une masse $m=50\text{kg}$ est suspendue par deux ressorts identiques de constante de raideur $k=0,5\text{N/m}$ et de longueur à vide l' . L'extrémité de chaque ressort est fixée à un plan horizontal immobile. Au repos, les ressorts sont inclinés d'un angle $\alpha_0 = 30^\circ$ avec le plan horizontal 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 $\Delta x \ll x_0$ et $\frac{l_0}{\sqrt{x_0^2 + a^2}} \approx 1 - \frac{x_0 \Delta x}{l_0^2}$. 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 $\alpha_0 \rightarrow 90^\circ$ à partir de l'horizontal.

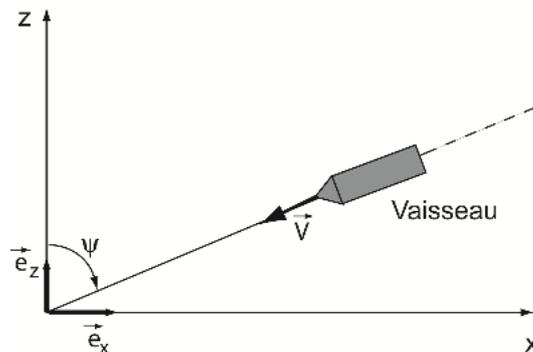
Exercice 2

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 $r \gg R$. $\mathcal{R}(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ 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{M}_o , la quantité vectorielle $\vec{OA} \wedge m\vec{v}(A/\mathcal{R})$ calculée au point O et associée au mouvement du vaisseau par rapport à l'astre. Donner la valeur vectorielle de $\left. \frac{d\vec{M}_o}{dt} \right|_{\mathcal{R}}$.
6. Donner l'expression de \vec{M}_o en fonction de m, r et θ .
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: $m \frac{dV}{dt} = -\alpha V^2 \exp(-z/H)$ avec α est une constante positive et H une hauteur caractéristique.



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

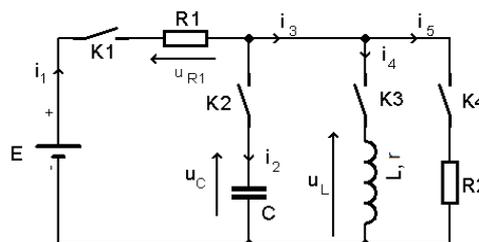
11. Donner l'expression de $\frac{dV}{dz}$ en fonction de α, m, V, H, ψ et z .

12. Si la vitesse initiale à l'altitude z_i est V_i , et en supposant que $\exp(-z/H) \gg \exp(-z_i/H)$ 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 $r=10\Omega$.
- Un condensateur $C=200nF$.
- Deux conducteurs ohmiques $R_1=10\Omega$ et $R_2=30\Omega$.
- 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.

Partie A : 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, R_1 et C .
2. Donner la valeur de la tension $u_C(t)$ en régime permanent.
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.

Partie B : 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, R_1, 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, R_1, r et L .
11. Calculer l'intensité du courant i_1 en régime permanent.
12. Calculer l'énergie emmagasinée par la bobine quand le régime permanent est établi.

Partie C : 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 .

Partie D : 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 $L_1=10mH$ ayant une résistance interne négligeable.

18. Etablir l'équation différentielle qui relie le courant $i_1(t)$ 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.

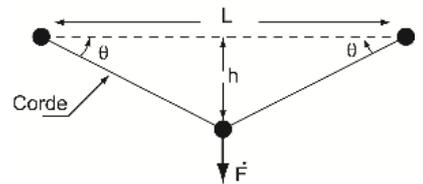
Barème : Une réponse juste : + 2, Pas de réponse : 0, Une réponse fausse ou plus d'une seule réponse :-1

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 $t = 4\text{s}$, elle acquiert une certaine vitesse avec laquelle elle continue son voyage avec une accélération nulle jusqu'à $t = 7\text{s}$.

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

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

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

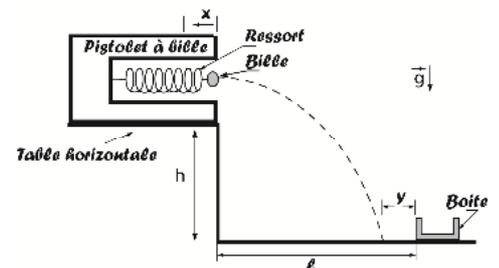


Quelle est la tension T que vous exerceriez sur le fil ?

- a. 500N b. 1000N c. 1500N d. 7500N

3. Deux enfants jouent avec un pistolet à bille, placé sur une table horizontale, où ils essayent de tirer sur une boîte 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 boîte d'une distance y .



Avec quelle distance x , le 2^{ème} enfant doit-il comprimer le ressort pour mettre la bille dans la boîte ?

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

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

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

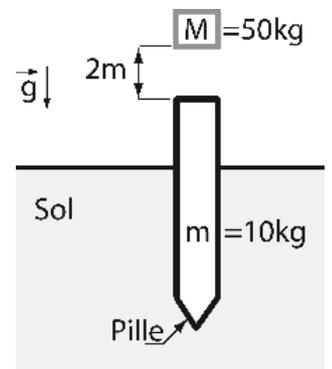
4.2 En supposant que la quantité de mouvement se conserve, l'expression de la vitesse V de l'ensemble (Masse M et m) immédiatement après le choc est :

- a. $V = v$ b. Nulle c. $V = \frac{5}{6}v$ d. $V = \frac{6}{5}v$

4.3 A la $n^{\text{ème}}$ chute de la masse M et le choc avec m , la pile est enfoncée dans le sol avec $s=5\text{cm}$ 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. 195.36m/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.

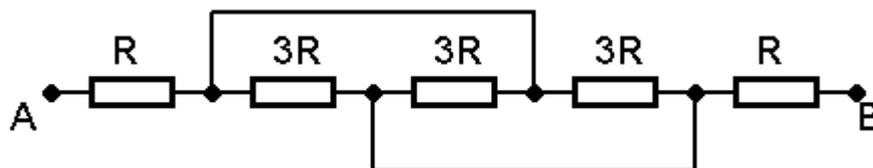
9. Dans un régime aperiodique d'un circuit RLC, le courant :

- 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. $11R$

Fiche de réponse

Important : La fiche ne doit porter aucun signe indicatif ni signature

Physique I (Mécanique) : Barème : Une réponse juste : 3pts, Une réponse fausse ou pas de réponse:0

<i>N° question</i>	<i>Réponse</i>	<i>Note</i>
1.	$l' = l_0 - \frac{mg}{2k \sin \alpha_0}$	
2.	$\Delta \ddot{x} = g - 2 \frac{k}{m} \left[1 - \frac{l_0}{\sqrt{x^2 + a^2}} \left(1 - \frac{mg}{2kx_0} \right) \right] (x_0 + \Delta x)$	
3.	$\Delta \ddot{x} + \left(\frac{2k}{m} \sin^2 \alpha_0 + \frac{g \cos^2 \alpha_0}{l_0 \sin \alpha_0} \right) \Delta x = 0$	
4.	$T = 1.79s$	
5.	$\left. \frac{d\vec{M}_o}{dt} \right _{\mathbb{R}} = \vec{0}$	
6.	$\vec{M}_o = mr^2 \dot{\theta} \vec{e}_z$	
7.	$E_p = -\frac{GMm}{r}$	
8.	$E_m = -\frac{GMm}{2r}$	
9.	$T_{rev} = 2\pi \frac{r^{3/2}}{\sqrt{GM}}$	
10.	$\dot{z} = \frac{dz}{dt} = -V \cos \psi$	
11.	$\frac{dV}{dz} = -\frac{\alpha}{m \cos \psi} V \exp(-z/H)$	
12.	$\ln \left(\frac{V}{V_i} \right) = -\frac{\alpha H}{m \cos \psi} \left[\exp(-z/H) - \exp(-z_i/H) \right]$	
TOTAL/36pts		

Physique II (Electricité) : Barème : Une réponse juste : 2pts, une réponse fausse ou pas de réponse:0

<i>N° question</i>	<i>Réponse</i>	<i>Note</i>
1.	$u_C + R_1 C \frac{du_C}{dt} = E$	2
2.	$u_C(\infty) = E = 10V$	2
3.	$u_C(t) = (U_0 - E)e^{-\frac{t}{\tau}} + E$ avec $\tau = R_1 C$	2
4.	$t_0 = \tau \ln \frac{1 - \alpha}{1 - \beta}$	2
5.	$t_m = \tau \ln 19 = 2,94 \mu s$	2
6.	$w = \frac{1}{2} C E^2 = 10 \mu J$	2
7.	$i_l(0^+) = 0$	2
8.	$\frac{di_1}{dt} + \frac{R_1 + r}{L} i_1 = \frac{E}{L}$	2
9.	$L = \tau_1 * (R_1 + r) = 20 mH$	2
10.	$u_{R1}(t) = E \frac{R_1}{R_1 + r} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right)$ avec $\tau_1 = \frac{L}{R_1 + r}$	2
11.	$i_l(\infty) = E / (R_1 + r) = 0,5 A$	2
12.	$w = \frac{1}{2} L I_1^2(\infty) = 2,5 mJ$	2
13.	$i_l(0^+) = E / (R_1 + R_2) = 0,25 A$	2
14.	$u_L(0^+) = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{30}{4} = 7,5 V$	2
15.	$R_{eq}(0^+) = R_1 + R_2 = 40 \Omega$	2
16.	$R_{eq}(\infty) = R_1 + r // R_2 = 17,5 \Omega$	2
17.	$i_5(\infty) = \frac{E}{R_{eq}} \frac{r}{r + R_2} = 0,143 A$	2
18.	$LC \frac{d^2 i_L}{dt^2} + L \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \frac{di_L}{dt} + i_L = \frac{E}{R_1}$	2
<i>TOTAL/36pts</i>		36

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

	N° question	Réponse				Note
Mécanique	1.	a. <input checked="" type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
	2.	a. <input type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input type="checkbox"/>	d. <input checked="" type="checkbox"/>	
	3.	a. <input checked="" type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
	4.1.	a. <input type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input checked="" type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
	4.2.	a. <input type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input checked="" type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
	4.3.	a. <input checked="" type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
	4.4.	a. <input type="checkbox"/>	b. <input checked="" type="checkbox"/>	c. <input type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
Electricité	5.	a. <input type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input checked="" type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
	6.	a. <input type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input type="checkbox"/>	d. <input checked="" type="checkbox"/>	
	7.	a. <input type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input checked="" type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
	8.	a. <input checked="" type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
	9.	a. <input checked="" type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
	10.	a. <input type="checkbox"/>	b. <input checked="" type="checkbox"/>	c. <input type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
	11.	a. <input checked="" type="checkbox"/>	b. <input type="checkbox"/>	c. <input type="checkbox"/>	d. <input type="checkbox"/>	
<i>Total /28pts</i>						