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

SERIES : SCIENCES MATHEMATIQUE A/B

Epreuve de physique

Durée: 2h20min **Le 2 Août 2014**

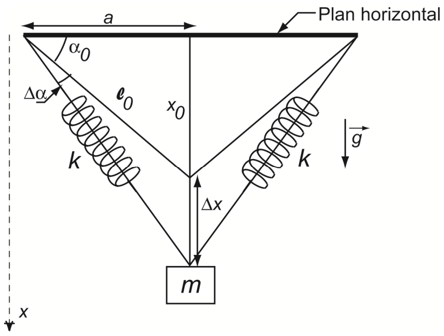
- *L'épreuve contient 4 pages. Elle est composée de deux parties indépendantes : une partie rédaction et une partie QCM.*
- *Répondre dans la feuille « fiche de réponse ».*
- *L'usage de la calculatrice programmable est strictement interdit.*

PARTIE REDACTION

Physique I: (Mécanique)

Exercice 1

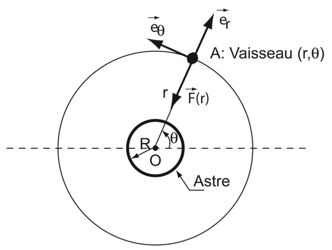
Une masse m=50kg est suspendue par deux ressorts identiques de constante de raideur k=0,5N/m et de longueur à vide l'. L'extrémité de chaque ressort est fixée à un plan horizontal immobile. Au repos, les ressorts sont inclinés d'un angle $\alpha_0 = 30^\circ$ avec le plan horizontal et ont une longueur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

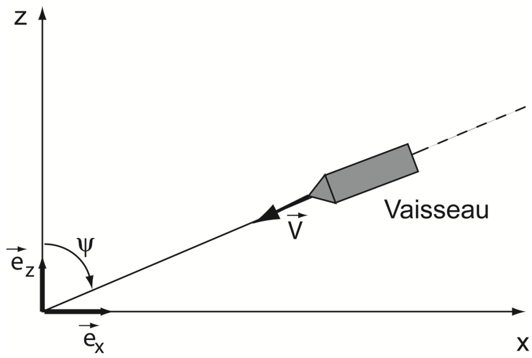
Exercice 2

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 $r >> R$. $\mathcal{R}\left(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z\right)$ 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 $\vec{F}(r) = -\dfrac{GMm}{r^2}\vec{e}_r$.



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 $\left.\dfrac{d\vec{\mathcal{M}}_o}{dt}\right|_{\mathcal{R}}$.
6. Donner l'expression de $\vec{\mathcal{M}}_o$ en fonction de m, r et $\dot{\theta}$.
7. L'astre crée un champ gravitationnel $\vec{g} = -\dfrac{GM}{r^2}\vec{e}_r$ 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 .

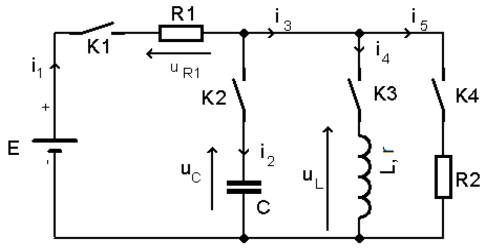
11. Donner l'expression de $\frac{dV}{dz}$ en fonction de α , m, V, H ψ et z.

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.*

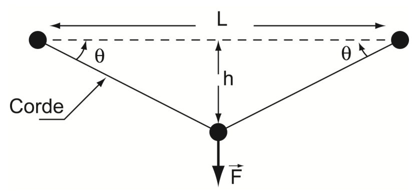
Barème : *Une réponse juste : + 2, Pas de réponse : 0, Une réponse fausse ou plus d'une seule réponse :-1*

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

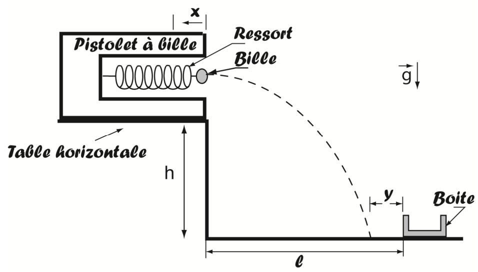
2. Supposons qu'une corde est attachée par ses deux extrémités à deux barres distants de L=30m. Vous prenez le milieu de la corde et vous exercez une force F=1000N perpendiculaire à l'horizontale. Le point d'application de la force est situé à *h*=1m de la ligne horizontale séparant les 2 barres.



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

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

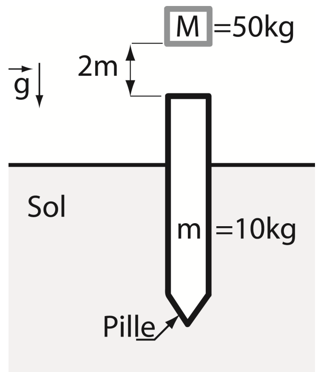
3. Deux enfants jouent avec un pistolet à bille, placé sur une table horizontale, où ils essayent de tirer sur une boite située à une distance ℓ inconnue et une hauteur *h* du pistolet. Le pistolet projette une bille de masse *m* à partir du bord de la table. Il est muni d'un ressort de constante de 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.

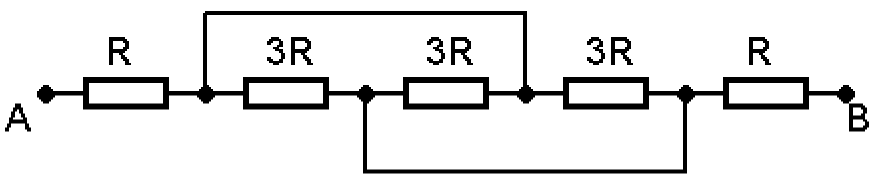
7. Une bobine se comporte comme un conducteur ohmique :
a. lorsque le courant qui la traverse change de valeur.
b. lorsque la tension entre ces bornes change de valeur.
c. en régime permanent.
d. en régime variable.

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

Concours d'entrée en 1ère année des années préparatoires
de l'ENSAM Casablanca-Meknès
SERIES : SCIENCES MATHEMATIQUE A/B

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

Epreuve de physique

Durée: 2h00 **Le 2 Août 2014**

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*

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

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

N° question	*Réponse*	*Note*
1.	$u_C + R_1 C \dfrac{du_C}{dt} = E$	*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	$t_0 = \tau ln \dfrac{1-\alpha}{1-\beta}$	*2*
5.	$t_m = \tau ln19$=2,94μs	*2*
6.	$w = \frac{1}{2} CE^2$=10μJ	*2*
7.	$i_1(0^+)=0$	*2*
8.	$\dfrac{di_1}{dt} + \dfrac{R_1 + r}{L} i_1 = \dfrac{E}{L}$	*2*
9.	$L=\tau_1 * (R_1+r)$ =20mH	*2*
10.	$u_{R1}(t) = E \dfrac{R_1}{R_1 + r}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right) \; avec\; \tau_1 = \dfrac{L}{R_1 + r}$	*2*
11.	$i_1(\infty)=E/(R_1+ r)$=0,5A	*2*
12.	$w = \frac{1}{2} L I_1^2(\infty)$=2,5mJ	*2*
13.	$i_1(0^+)=E/(R_1+ R_2)$=0.25A	*2*
14.	$u_L(0^+) = E \dfrac{R_2}{R_1 + R_2} = \dfrac{30}{4} = 7{,}5V$	*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.	$i_5(\infty) = \dfrac{E}{R_{eq}} \dfrac{r}{r + R_2} = 0{,}143A$	*2*
18.	$LC \dfrac{d^2 i_L}{dt^2} + L\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}\right)\dfrac{di_L}{dt} + i_L = \dfrac{E}{R_1}$	*2*
	TOTAL/36pts	*36*

<u>PARTIE QCM :</u>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.* ■	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ☐	
	2.	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ■	
	3.	*a.* ■	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ☐	
	4.1.	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ■	*d.* ☐	
	4.2.	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ■	*d.* ☐	
	4.3.	*a.* ■	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ☐	
	4.4.	*a.* ☐	*b.* ■	*c.* ☐	*d.* ☐	
Electricité	*5.*	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ■	*d.* ☐	
	6.	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ■	
	7.	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ■	*d.* ☐	
	8.	*a.* ■	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ☐	
	9.	*a.* ■	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ☐	
	10.	*a.* ☐	*b.* ■	*c.* ☐	*d.* ☐	
	11.	*a.* ■	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ☐	
Total /28pts						

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

SERIES : SCIENCES EXPERIMENTALES ET BRANCHES TECHNIQUES

Epreuve de physique

Durée: 2h20min **Le 2 Août 2014**

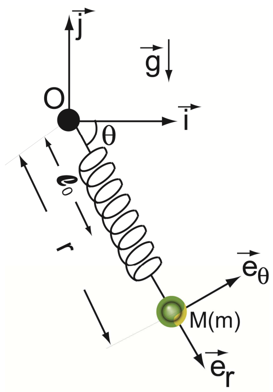
- *L'épreuve contient 4 pages. Elle est composée de deux parties indépendantes : une partie rédaction et une partie QCM.*
- *Répondre dans la feuille « fiche de réponse ».*
- *L'usage de la calculatrice programmable est strictement interdit.*

PARTIE REDACTION

Physique I: (Mécanique) (Les parties A et B sont indépendantes)

Partie A

Le ressort étudié a une masse négligeable, une longueur à vide l_0 et une constante de raideur k. Une de ses extrémités est accrochée à une pointe O liée à un mur. Dans l'autre extrémité est attaché un point matériel M de masse m=5kg. Le système (Masse m + Ressort) tourne librement dans un plan vertical autour de O. Le mouvement peut être repéré dans les deux référentiels suivants:

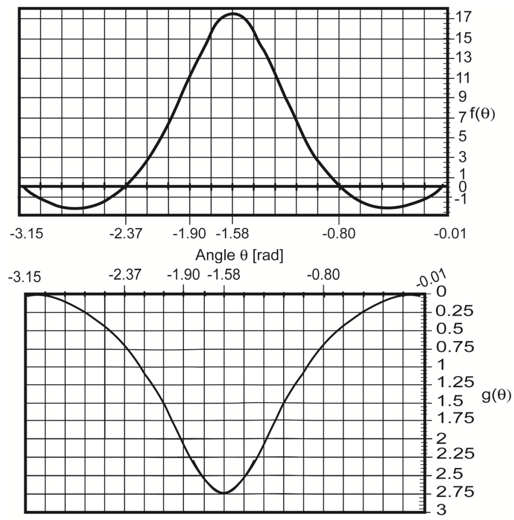


- $\mathcal{R}\left(O,\vec{i},\vec{j}\right)$ un référentiel fixe considéré galiléen et lié au mur,
- $\mathcal{R}_s$ un référentiel tournant muni de la base polaire $\left(O,\vec{e}_r,\vec{e}_\theta\right)$ où M est repéré par ses coordonnées polaires r et θ.

L'angle $\theta\left(\vec{i},\vec{e}_r\right)$ est compté positivement dans le sens trigonométrique. A l'équilibre, le système (Masse m + Ressort) est stabilisé à une position verticale du faite de la pesanteur terrestre. On prendra g=9.81m/s^2 et on négligera les frottements de l'air.

1. Exprimer les différentes forces s'exerçant sur la masse M.
2. Lorsque le système est à l'équilibre, exprimer la distance à l'origine r_e du point M.
3. Exprimer le vecteur $\vec{j}$ dans la base polaire.

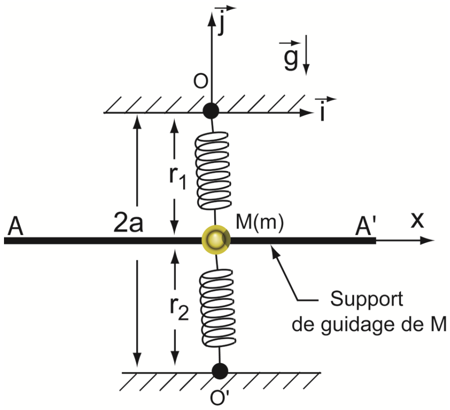
Le point M est maintenant lâché sans vitesse initiale et sans imposer de compression au ressort avec un angle $\theta = 0$ (horizontalement). Un système de capteur permet le suivi temporel de la position du point M pendant un laps de temps. A partir de cette acquisition de données, les deux fonctions suivantes sont calculées: $g\left(\theta\right) = r - l_0$ et $f\left(\theta\right) = r\dot{\theta}^2 - \ddot{r}$.



4. Donner l'expression de la vitesse $\vec{v}\left(M/\mathcal{R}\right)$.
5. Donner l'expression de l'accélération $\vec{\gamma}\left(M/\mathcal{R}\right)$.
6. En projetant sur la base polaire l'équation vectorielle issue de l'application du principe fondamental de la dynamique sur le point M, donner les deux équations différentielles en r et en θ.
7. Ré-exprimer l'équation différentielle contenant le terme $\ddot{r}$ à l'aide des fonctions $f\left(\theta\right)$ et $g\left(\theta\right)$.
8. A partir des deux figures ci-contre et de l'équation obtenue en 7, déterminer la valeur moyenne de $\left(k/m\right)$.
9. D'après les questions précédentes calculer k et l_0. (On prend $r_e = 298cm$)

Partie B

Supposant maintenant que la masse M(m) est reliée à deux ressorts, identiques à celui étudié précédemment dans la partie A, placés verticalement (figure ci-contre). Les extrémités O et O' des ressorts sont fixées à des points fixes et distants de $2a$, avec $a > l_0$. A l'équilibre, on désignera par r_1 la longueur du ressort OM et par r_2 celle du ressort $O'M$.



10. A l'équilibre, calculer les longueurs r_1 et r_2 des ressorts en fonction de m, g, a et k.

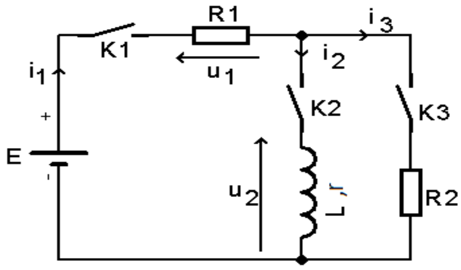
Considérant maintenant que la masse M(m) peut coulisser sur un dispositif convenable assurant un guidage parfait (sans frottement) suivant l'axe AA'. On suppose que l'on peut faire l'approximation $r_1 = r_2 = a$. On déplace horizontalement la masse m avec la distance δ à partir de sa position d'équilibre et on lâche le système sans vitesse initiale.

11. Etablir l'équation différentielle du mouvement de la masse m.

12. Dans le cas où $\delta << a$, déduire l'expression de la période T du mouvement de la masse m.

Physique II (Electricité) :

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



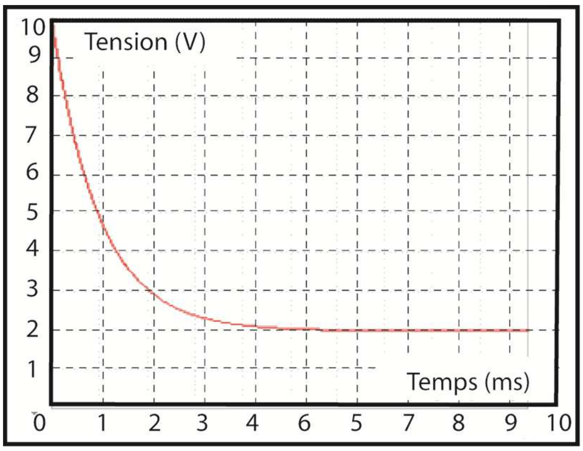
- Un générateur de tension continue E.
- Une bobine d'inductance L et de résistance interne r.
- Deux conducteurs ohmiques R_1= 10Ω et R_2= 10Ω.
- Trois interrupteurs K_1, K_2 et K_3.

Toutes les parties sont indépendantes et les valeurs des composants peuvent changer d'une partie à l'autre.

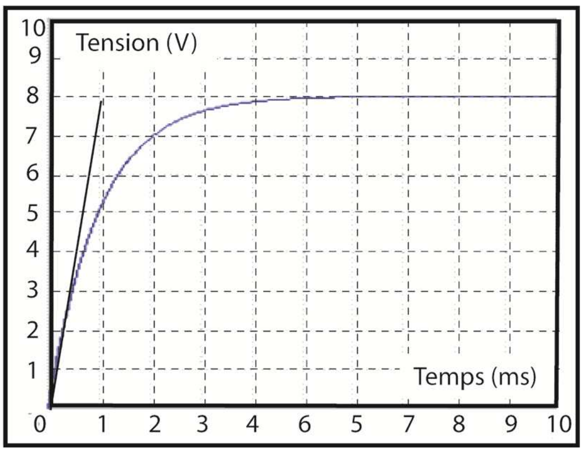
<u>Partie A</u> : K1 et K2 sont fermés et K3 est ouvert.

On note t=0 le temps où les interrupteurs basculent vers leurs positions respectives.

À cet instant, on procède à l'enregistrement de la tension aux bornes de la résistance R1 et de celle aux bornes de la bobine L. On obtient les courbes $\mathbf{y}_1$ = f (**t**) et $\mathbf{y}_2$ = g (**t**).



Courbe y_1= f(t)



courbe $y_{2=}$ g(t)

1. Identifier la grandeur $\mathbf{y}_1$ (tension aux bornes de la résistance ou tension aux bornes de la bobine).
2. Donner la valeur de la force électromotrice E du générateur de tension.

Le circuit étudié peut être caractérisé par sa constante de temps τ. Pour un circuit (R, L), on pose : $\tau = \frac{L}{R}$

3. Donner l'expression de R en fonction de R1 et r.
4. Donner l'expression de u_1(t) en fonction de E, R1, r et τ.

5. On admet que : $i_1(t) = A\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$. Calculer la valeur de A.
6. Calculer la valeur de r.
7. Donner la valeur de τ déterminée graphiquement.
8. En déduire la valeur de L.
9. Calculer l'énergie emmagasinée par la bobine quand le régime permanent est établi.

Partie B : K1, K2 et K3 sont fermés.

Dans cette partie, on note t=0 le temps où les interrupteurs basculent vers leurs positions respectives. On remplace L par une bobine d'inductance L1=10mH et de résistance interne négligeable.

10. A $t=0^+$, calculer l'intensité du courant i_1.
11. Etablir l'équation différentielle qui relie l'intensité du courant $i_2(t)$ et sa dérivée en fonction de E, R1, R2 et L1.
12. Résoudre cette équation différentielle en supposant que l'intensité initiale du courant est $i_2(0)=0$.
13. Donner l'expression en fonction du temps de la tension u_1.
14. Calculer les intensités i_1 et i_3 en régime permanant.
15. Calculer le temps de montée de l'intensité du courant $i_2(t)$, celui-ci étant le temps nécessaire pour passer de 10% à 90%.
16. Calculer la résistance équivalente vue par la source de tension en régime permanant.

Partie C:

Dans cette partie, les interrupteurs **K1, K2 et K3 étaient fermés** pendant un long intervalle de temps. A l'instant t=0 on garde K2 et K3 fermés et on ouvre K1.

17. Etablir l'équation différentielle qui relie l'intensité du courant i_2 et sa dérivée.
18. Etablir en fonction du temps, l'expression de l'intensité du courant i_2.

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. Une balle A est lancée, sans vitesse initiale, à partir du toit d'un immeuble de hauteur H. En même temps, une balle B est lancée avec une vitesse initiale v_o du bas vers le haut du bâtiment. Quand A et B rentrent en collision, on a $v_a=2v_b$. Supposons que la collision se produit à une hauteur h et à l'instant t_c.

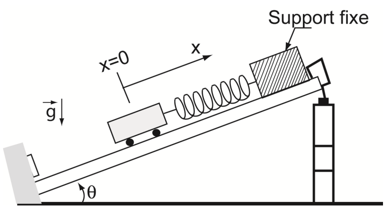
1.1 La vitesse initiale de la balle B est :

a. $v_o = \sqrt{g\left(H + \frac{3gh}{2}\right)}$ **b.** $v_o = \sqrt{\frac{gH + 3gh}{2}}$ **c.** $v_o = \sqrt{H - \frac{3gh}{2}}$ **d.** $v_o = \sqrt{gH + \frac{2h}{H}}$

1.2 Le temps en lequel la collision entre les deux balles se produit est:

a. $t_c = \frac{2}{3}g$ **b.** $t_c = \frac{2}{3}v_0 g$ **c.** $t_c = \frac{2v_0}{3g}$ **d.** $t_c = \frac{v_0}{3g}$

2. Soit un ressort de longueur à vide l_0 et de constante de raideur k. L'une des extrémités du ressort est fixée et l'autre est liée à un chariot de masse m qui se déplace sans frottement sur un plan incliné d'un angle θ par rapport à l'horizontale. A cause du chariot, le ressort s'étire légèrement tel que $l>l_0$.



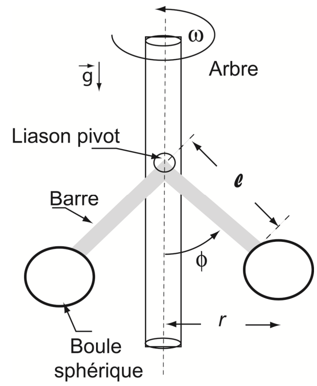
2.1 A l'équilibre, l'expression de l est:

a. $l = l_0 + \frac{mg\sin\theta}{k}$ **b.** $l = \frac{mg\cos\theta}{k}$ **c.** $l = l_0 + mgk\cos\theta$ **d.** $l = mgl_0 + k\sin\theta$

2.2 Maintenant, on déplace le chariot le long de la rampe de façon à comprimer le ressort à partir de la position d'équilibre jusqu'à une distance x_0 de l'origine. Ensuite, on le relâche (On prendra l'origine x=0 la position du chariot à l'équilibre). Donner la vitesse du chariot lorsqu'il revient à sa position d'équilibre ?

a. $\sqrt{gx_0\sin\theta + \frac{k}{2m}x_0^2}$ **b.** $\sqrt{mg\sin\theta + \frac{k}{2m}x^2}$ **c.** $\sqrt{2gx_0\sin\theta + \frac{k}{m}x_0^2}$ **d.** $\sqrt{g\sin\theta + \frac{k}{2m}x_0^2}$

3. La figure ci-contre est un régulateur à boules de James Watt. C'est un système permettant de réguler la vitesse de rotation d'une machine à vapeur. Il est constitué de 2 sphères, chacune est de masse *m* et est attachée à un bras rigide de masse négligeable et de longueur ℓ, lié à un arbre rotatif, et libre de pivoter vers le bas et vers le haut.



3.1. Le système est en marche, les boules sphériques décrivent un cercle de rayon *r* autour de l'arbre de rotation. Quelle est l'accélération des boules ?

a. $\omega l^2 \cos\varphi$ **b.** $\omega^2 l \sin\varphi$ **c.** $\omega l \sin\varphi$ **d.** $\dfrac{\sin\varphi}{\omega l}$

3.2. Quelle est la valeur minimale $\omega_{\min}$ de la vitesse angulaire pour que le dispositif fonctionne correctement ?

a. $\sqrt{gl\sin\varphi}$ **b.** $\sqrt{\dfrac{g}{l}}$ **c.** $\dfrac{g}{l\omega^2}$ **d.** $\dfrac{l}{g}\cos\varphi$

3.3. Le rayon de la trajectoire des sphères est :

a. $\sqrt{l\left(1-\dfrac{mg^2}{l^2}\cos\varphi\right)}$ **b.** $\sqrt{l\left(1-\dfrac{g^2}{l^2}\cos\varphi\right)}$ **c.** $\sqrt{l\left(1-\dfrac{g^2}{l^2\omega^4}\right)}$ **d.** $\sqrt{l^2-\dfrac{g^2}{\omega^4}}$

4. 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.

5. 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.

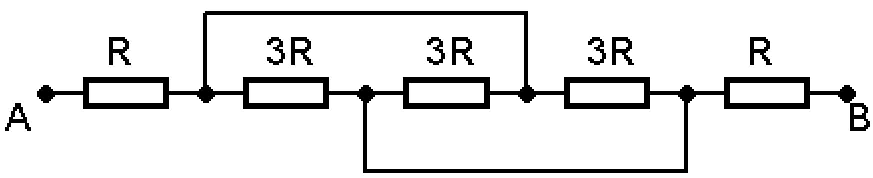
6. Une bobine se comporte comme un conducteur ohmique :
a. lorsque le courant qui la traverse change de valeur.
b. lorsque la tension entre ces bornes change de valeur.
c. en régime permanent.
d. en régime variable.

7. 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.

8. 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.

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

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



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

Concours d'entrée en 1ère année des années préparatoires de l'ENSAM Casablanca-Meknès
SERIES : SCIENCES EXPERIMENTALES ET BRANCHES TECHNIQUES

Epreuve de physique

Durée: 2h00 **Le 2 Août 2014**

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*

N° question	*Réponse*		*Note*
1.	$\vec{P}=-mg\vec{j}$ et $\vec{T}=-k(l_0-r)\vec{e}_r$		3
2.	$r_e=l_0+mg/k$		3
3.	$\vec{j}=\sin\theta\vec{e}_r+\cos\theta\vec{e}_\theta$		3
4.	$\vec{v}(M/\mathcal{R})=\dot{r}\vec{e}_r+r\dot{\theta}\vec{e}_\theta$		3
5.	$\vec{\gamma}(M/\mathcal{R})=(\ddot{r}-r\dot{\theta}^2)\vec{e}_r+(r\ddot{\theta}+2\dot{r}\dot{\theta})\vec{e}_\theta$		3
6.	$\ddot{r}=r\dot{\theta}^2-(r-l_0)\frac{k}{m}-g\sin\theta$	$\ddot{\theta}=-\frac{g\cos\theta}{r}-\frac{2\dot{r}\dot{\theta}}{r}$	1.5/1.5
7.	$g(\theta)\frac{k}{m}=f(\theta)-g\sin\theta$		3
8.	Valeur moyenne $\left(\frac{k}{m}\right)\approx 10$		3
9.	$k\approx 50N/m$	$l_0\approx 2m$	1.5/1.5
10.	$r_1=a\left(1+\frac{mg}{2ak}\right)$	$r_2=a\left(1-\frac{mg}{2ak}\right)$	1.5/1.5
11.	$\ddot{x}=-\frac{2k}{m}\left(1-\frac{l_0}{\sqrt{a^2+\delta^2}}\right)x$		3
12.	$T=2\pi\left(\sqrt{\frac{m}{2k(1-l_0/a)}}\right)$		3
TOTAL/36pts			

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

N° question	*Réponse*		*Note*
1.	y_1 *représente la* tension aux bornes de la bobine		*2*
2.	*E=10V*		*2*
3.	$R=R_1+r$		*2*
4	$u_1(t) = E\frac{R_1}{R_1+r}\left(1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right)\ avec\ \tau = \frac{L}{R_1+r}$		*2*
5.	$A=I_1(\infty)/R_1=0{,}8A$		*2*
6.	$r= u_2(\infty)/I_1(\infty)=2{,}5\Omega$		*2*
7.	τ=1ms		*2*
8.	$L=\tau*(R_1+r)$ =12,5mH		*2*
9.	$w = \frac{1}{2}LI_2^2(\infty)$=4mJ		*2*
10.	$i_1(0^+)= E/(R_1+ R_2)$ =0,5A		*2*
11.	$L_1\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)\frac{di_2}{dt}+i_2 = \frac{E}{R_1}$		*2*
12.	$i_2(t) = \frac{E}{R_1}\left(1-e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right)\ avec\ \tau_1 = L_1\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)$		*2*
13.	$u_1(t) = E\left(1-\frac{R_2}{R_1+R_2}e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right)$		*2*
14.	$i_1(\infty)=E/R_1=1A$	$i_3(\infty)=0$	*1+1*
15.	$t_m=\tau_1 ln9$ =4,394ms		*2*
16.	$R_{eq}=R_1=10\Omega$		*2*
17.	$i_2+\frac{L_1}{R_2}\frac{di_2}{dt} = 0$		*2*
18.	$i_2(t) = i_2(0)e^{-\frac{t}{\tau_2}}\ avec\ \ i_2(0) = 1A\ et\ \tau_2 = \frac{L_1}{R_2} = 1ms$		*2*
TOTAL/36pts			

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	*1.1.*	*a.* ☐	*b.* ■	*c.* ☐	*d.* ☐	
	1.2.	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ■	*d.* ☐	
	2.1	*a.* ■	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ☐	
	2.2	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ■	*d.* ☐	
	3.1	*a.* ☐	*b.* ■	*c.* ☐	*d.* ☐	
	3.2	*a.* ☐	*b.* ■	*c.* ☐	*d.* ☐	
	3.3	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ■	
Electricité	*5.*	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ■	*d.* ☐	
	6.	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ■	
	7.	*a.* ☐	*b.* ☐	*c.* ■	*d.* ☐	
	8.	*a.* ■	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ☐	
	9.	*a.* ■	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ☐	
	10.	*a.* ☐	*b.* ■	*c.* ☐	*d.* ☐	
	11.	*a.* ■	*b.* ☐	*c.* ☐	*d.* ☐	
Total /28pts						

W

Concours commun d'accès en Première année de l'ENSAM	
Université Moulay Ismail Meknès Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers - Meknès	Université Hassan II Mohammedia-Casablanca Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers - Casablanca

Filières : **Sciences Mathématiques A et B**

Epreuve de Physique
Durée : 2h 15 min le 29 Juillet 2013

- *L'épreuve contient 5 pages*
- *Répondre dans les deux feuilles : « Fiche des réponses » à rendre avec la feuille d'examen*
- *Calculatrice non autorisée*

Physique I (Mécanique) : Les parties I, II et III sont indépendantes.

L'objet de l'étude est un système, composé de 3 solides rigides (figure 1) qui sont un piston (un petit cylindre de masse m_p), une tige rigide inextensible (PQ) de longueur l, de masse négligeable et un bras (OP) homogène de longueur R et de masse m_b, de moment d'inertie I_b (par rapport à l'axe fixe (O,Δ)). La tige (PQ) permet de lier le piston avec le bras et reste tout le temps en liaison avec le bras (au point P) et avec le piston (au point Q). Le mouvement du piston est une translation suivant l'axe vertical Ox, celui du bras (OP) est une rotation d'axe fixe (O,Δ) avec une vitesse de rotation constante ω_0 (rd/s). On note (figure 1):

- angle de rotation instantanée du bras: $\theta(t)$; angle d'inclinaison de la tige par rapport à Ox : $\beta(t)$,
- position instantanée du piston : $x(t)$ *telle que* $\overrightarrow{OQ} = x(t)\vec{i}$, avec $\vec{i}$ est le vecteur unitaire suivant Ox ;
- Rapport des dimensions : $\varepsilon = R/l$, L'accélération de la pesanteur : $\vec{g} = -g\vec{i}$, avec g(m/s^2).
- Les forces de frottement appliquées sur le piston (à travers sa surface latérale) par son support sont interprétées par le vecteur $\vec{f} = -\lambda\dot{x}\vec{i}$, où λ est une constante positive donnée.

Important *: La présente étude concerne seulement la plage de fonctionnement :* $0 \le \theta(t) \le \pi$ *, correspondant à la descente du piston.*

Partie I : *l'objet de cette partie consiste à déterminer le couple produit sur le bras lors de la descente du piston*.

1. En se basant sur un raisonnement purement géométrique (relations dans le triangle OPQ), exprimer $\sin\beta$ en fonction de θ et ε ; puis exprimer la position du piston *x(t)* en fonction de *R*, *l* et $\theta(t)$.
2. Quelle approximation peut-on considérer pour que $x(t)$ peut s'écrire sous la forme : $x(t) \approx A\cos\theta(t) + B$, où *A* et *B* sont des constantes à identifier. *Cette approximation sera considérée dans la suite du problème et on écrit :* $x(t) = A\cos\theta(t) + B$.
3. Exprimer $\theta(t)$ (sachant que $\theta(t=0) = 0$), la vitesse *v(t)* puis l'accélération *γ(t)* du piston en fonction de *R*, ω_0 et le temps *t*.

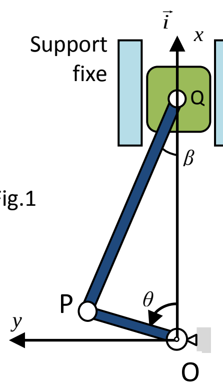


Fig.1

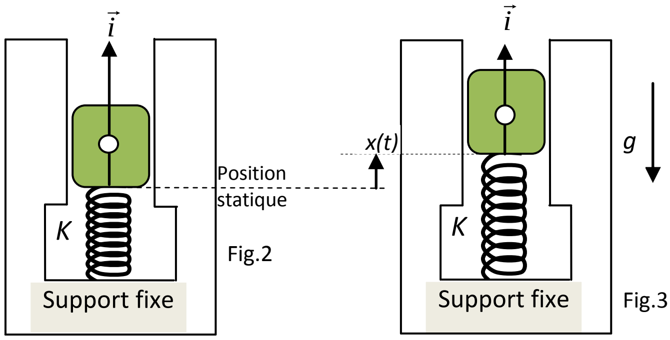


Fig.2 Fig.3

Dans la suite, on considère que le piston est soumis sur sa face supérieure à une force supplémentaire $\vec{F} = -F(t)\vec{i}$, où $F(t) = F_0 \sin\theta(t)$ et F_0 est une constante positive donnée.

4. On désigne par $\vec{F}_{p/t}$ et $\vec{F}_{b/t}$ les forces appliquées sur la tige, respectivement par le piston (p) au point Q et par le bras (b) au point P. Etant donné que la masse de la tige (PQ) est négligeable, en appliquant le PFD (principe fondamental de la dynamique), trouver la relation entre ces deux forces en précisant leurs directions. Justifier la relation : $\vec{F}_{t/p} + \vec{F}_{p/t} = \vec{0}$, où $\vec{F}_{t/p}$ est la force appliquée par la tige (t) sur le piston (p) au point Q.
5. Au moyen d'un schéma (voir fiche des réponses), tracer le bilan des forces appliquées sur le piston. Respecter le sens du mouvement indiqué.
6. En appliquant le PFD et en tenant compte de l'approximation $\cos\beta \approx 1$, déterminer le module de la force $\vec{F}_{t/p}$, en fonction de m_p, g, $\dot{x}$, $\ddot{x}$, θ, λ et F_0. En déduire le module de $\vec{F}_{t/b}$ (force de la tige (t) sur le bras (b) au point P).
7. En appliquant le PFD (équation des moments) au bras, déterminer le couple *C(t)* produit sur ce bras, lors de la descente du piston, en fonction de m_p, g, $\dot{x}$, $\ddot{x}$, θ, $\ddot{\theta}$, λ, F_0, R, I_b, sachant que la distance du point O à la droite (PQ) est approximée par $h(t) = R\sin\theta$. Exprimer *C(t)* en fonction de m_p, g, λ, F_0, R, ω_0 et le temps t.

Partie II : Dans l'objectif d'estimer les forces de frottement s'opposant au mouvement du piston (masse m_p), nous réalisons une expérience, *indépendante du système étudié*, dans laquelle on rattache le piston à un ressort (masse négligeable) de longueur à vide L_0, de raideur K (fig. 2).

8. Après la mise en place du piston (m_p) sur le ressort, sa longueur est devenue L (le système piston-ressort est au repos). Exprimer L_0-L en fonction de m, g et K. Dans la suite, cette position d'équilibre statique sera considérée comme origine du mouvement vertical *x(t)* (fig. 2 et 3).

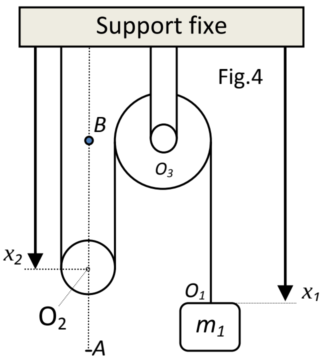
Les forces de frottement appliquées sur le piston sont toujours de la forme $\vec{f} = -\lambda\dot{x}\vec{i}$ (avec $\lambda \geq 0$).

9. On écarte le piston de sa position d'équilibre et on l'abandonne à lui-même, en appliquant le principe de la dynamique et en mettant l'équation du mouvement du piston sous la forme : $\ddot{x} + 2\mu\dot{x} + \omega_0{}^2 x = 0$, préciser les constantes μ et ω_0 en fonction de m_p, λ et K.
10. On admet que la solution générale de cette équation est donnée par l'expression : $x(t) = Ae^{-t/\tau}\cos(\omega t)$, où A et ω sont deux constantes positives. Exprimer τ et ω en fonction de μ et ω_0. Préciser sous quelle condition sur K, en fonction de λ et m_p, l'expression $x(t) = Ae^{-t/\tau}\cos(\omega t)$ sera valable.
11. La quantité ($Ae^{-t/\tau}$) est dite amplitude instantanée du mouvement, calculer μ et λ sachant qu'au bout de t=1s cette amplitude est devenue $A/2$, avec m_p=0.5 kg (on donne ln2=0.69).

Partie III : Un système S de levage (fig.4) est constitué d'une masse m_1, d'une poulie d'axe mobile, d'une poulie d'axe fixe et d'un câble inextensible, tel que :

- Poulie mobile : centre O_2, rayon R_2, masse m_2, moment d'inertie négligé,
- Poulie d'axe fixe : centre O_3 (qui fait la distance d par rapport au support fixe), rayon R_3, moment d'inertie I_3, vitesse de rotation (par rapport à son axe fixe) ω_3(t),
- Câble : inextensible, longueur totale L, de masse négligeable.

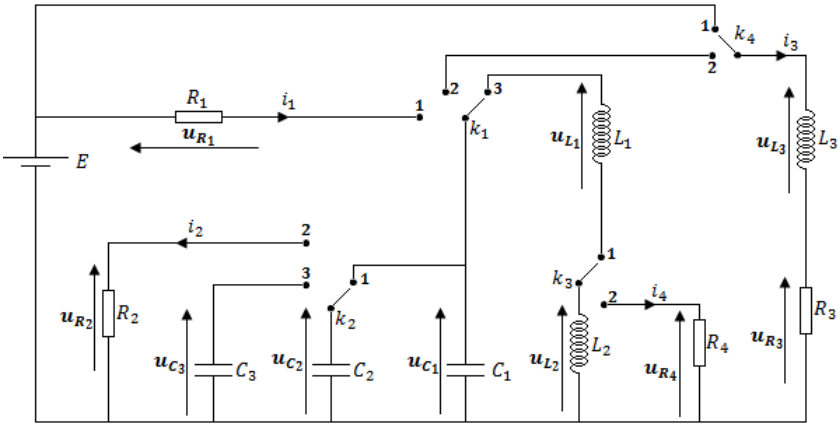
La trajectoire du point O_2 est le segment de droite AB. On désigne par x_1(t) et x_2(t) les positions instantanées respectives de la masse m_1 et de la poulie mobile. Le sens positif est orienté vers le bas, l'accélération de la pesanteur g est également vers le bas.



12. On note x_{01} et x_{02} les positions initiales (à t=0) respectives de m_1 et de m_2, exprimer l'énergie potentielle Ep_1 de m_1 et Ep_2 de m_2 en fonction de m_1, m_2, g, x_1, x_2, x_{01} et x_{02} en considérant Ep_1 nulle en x_{01} et Ep_2 nulle en x_{02}.
13. Exprimer l'énergie cinétique E_c de S en fonction de m_1, m_2, I_3, $\dot{x}_1$, $\dot{x}_2$ et ω_3 ; En déduire son énergie mécanique E_m en fonction de m_1, m_2, I_3, R_3, g, x_1, x_2, x_{01}, x_{02}, $\dot{x}_1$ et $\dot{x}_2$.
14. Du fait que le câble est inextensible, sa longueur totale L vérifie à chaque instant l'équation $L=x_1+2x_2+C$. Trouver la constante C en fonction de R_2, R_3 et la distance d.
15. Trouver l'accélération de la poulie mobile en fonction de m_1, m_2, I_3, R_3 et g.

Physique II (Electricité) : Les parties A, B, C, D et E sont indépendantes.

Le montage ci-dessous est alimenté par un générateur idéal de tension continue ayant pour force électromotrice : E = 10V.



Il comporte :

- Trois condensateurs de capacités : C_1, C_2 et C_3.
- Trois bobines d'inductances : L_1, L_2 et L_3, ayant toutes des résistances internes négligeables.
- Quatre conducteurs ohmiques : R_1, R_2, R_3 et R_4.
- Quatre interrupteurs : k_1, k_2, k_3 et k_4.

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des composants avec leurs valeurs.

Composant	Nature	Valeur
R	Résistance	$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 100\ \Omega$
L	Bobine	$L_1 = L_2 = 50\ mH\ et\ L_3 = 100\ mH$
C	Condensateur	$C_1 = C_2 = 10\ \mu F\ \ et\ C_3 = 100\ \mu F$

Partie A. k_1 est en position (1) et k_2 est en position (1).

Dans cette partie, on note: C, la capacité du condensateur équivalent aux deux condensateurs C_1et C_2 en parallèle. On note aussi : t_0, l'instant où les interrupteurs basculent vers leurs positions respectives, et on suppose qu'à cet instant les condensateurs sont totalement déchargés.

1. Quelle est la valeur du courant i_1 en régime permanent ?
2. En régime permanent, quelle sera la charge $q_1$en mC, au niveau du condensateur C_1 ?
3. Quelle sera la valeur, en mJ, de l'énergie stockée au niveau du condensateur C_1?
4. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par la tension u_{C_1} en fonction de R_1, C et E?
5. On donne l'expression temporelle du courant $i_1(t)\ = Ae^{-B.t}$. Donner les expressions des constantes A et B en fonction de R_1, C et E.

Partie B. $\mathrm{k_2}$ est en position (2).

Dans cette partie, on note : t_0, l'instant où l'interrupteur k_2 bascule vers la position (2), et on suppose que $u_{C_2}(t_0) = 10V$.

6. Donner l'expression temporelle de la tension $u_{C_2}(t)$ en fonction de R_2 et C_2.
7. Quelle est la valeur, en mA, du courant i_2 qui traverse la résistance R_2 à l'instant t_0.
8. Quelle sera l'énergie stockée dans le condensateur C_2 en régime permanent ?

Partie C. $\mathrm{k_2}$ est en position (3).

Dans cette partie, on note Q_2 et Q_3, respectivement les charges aux niveaux des condensateurs C_2 et C_3, et l'instant t_0, l'instant où l'interrupteur k_2 bascule vers la position (3).

9. Quelle sera l'expression de la charge Q_3 en fonction de $Q_2(t_0), Q_3(t_0), C_2$ et C_3 ?
10. Supposant que : $Q_2(t_0) = 0.1\ mC$ et $Q_3(t_0) = 0C$, quelle sera la valeur de la tension $u_{C_2}(t)$?
11. Supposant que : $Q_2(t_0) = 0.1\ mC$ et $Q_3(t_0) = \frac{Q_2(t_0)}{2}$ Quelle est la valeur de l'énergie, en mJ, qui sera stockée au niveau de C_3 ?

Partie D. $\mathrm{k_1}$ est en position (3), $\mathrm{k_2}$ est en position (1) et $\mathrm{k_3}$ est en position (1).

Dans cette partie, on note L l'inductance équivalente des bobines L_1 et L_2 en série, et t_0, l'instant où les interrupteurs basculent vers leurs positions respectives.

On suppose aussi que $u_{C_1}(t_0) = 5V$.

12. Quelle est la valeur, en mH, de l'inductance L ?
13. Quelle est la valeur, en mJ, de l'énergie maximale qui sera stockée au niveau de la bobine L_1?
14. Quelle est la valeur maximale du courant traversant la bobine L_1?

Partie E. $\mathrm{k_1}$ est en position (2), $\mathrm{k_2}$ est en position (1) et $\mathrm{k_4}$ est en position (2).

15. Donner l'équation différentielle vérifiée par la tension u_{C_1}.

UNIVERSITE MOULAY ISMAIL

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARTS ET METIERS-MEKNES

Concours d'entrée en Première année de l'ENSAM de Meknès
Filières : Sciences Mathématiques A et B

Epreuve de Physique
Durée : 2h 30

Meknès, le 26 Juillet 2012

- *L'épreuve contient 6 pages*
- *Répondre dans la feuille : « Fiche des réponses » à* rendre avec la feuille d'examen
- *Toute application numérique manquant l'unité ne sera pas comptée*

Physique I (Mécanique) : Les parties I, II et III sont enchainées, la partie IV est indépendante.

Problème A : On considère une motocyclette de masse m (y compris la masse du motocycliste), qui roule sur un plan *horizontal* ou *incliné* avec une vitesse v (parallèle au chemin de déplacement). La motocyclette se met en mouvement grâce à son moteur qui développe une force de traction F. On note par $g(m/s^2)$ l'accélération de la pesanteur. Lors de son mouvement, la motocyclette est tout le temps soumise à deux forces qui *s'opposent au mouvement* :

- Force F_r (appelée résistance au roulement), donnée par la formule : $F_r = f_r mg$, où f_r est un coefficient supposé constant;
- Force F_a, résistance de l'air (appelée force aérodynamique), donnée par l'expression : $F_a = \frac{1}{2}\rho A C_d v^2$, où ρ , A et C_d sont des *constantes.* ρ : masse volumique de l'air, A : surface frontale de (motocyclette) et C_d : coefficient constant. La vitesse v est exprimée en m/s et F_a (N).

Les directions de F_r et F_a sont *parallèles* à la direction du mouvement. Pour les applications numériques, on prendra : g=10 m/s^2, m=200 kg, $\rho = 1.25\ Kg/m^3$, A=0.6 m^2, Cd=0.75 et $f_r = 0.007$.

Partie I

1. Pour une accélération constante γ, sur *plan horizontal*, exprimer la force de traction F et la puissance P de la motocyclette que son moteur doit fournir en fonction de la vitesse v, γ et des données. Après application numérique (γ=1m/s^2), donner cette puissance en fonction de v.
2. Calculer cette puissance (notée P_m) pour une vitesse maximale *v = 100 km/h.*
3. La motocyclette grimpe une pente d'angle α inconnu avec une vitesse constante, exprimer l'angle maximal de le pente qu'on peut franchir pour une vitesse v donnée, en supposant que la puissance fournie par le moteur est maintenue constante à sa valeur maximale P_m. Calculer α(°) pour *v=100 km/h.*
4. Dans cette question, la motocyclette grimpe une pente, qui fait un angle α par rapport à l'horizontale, avec une loi de vitesse, représentée sur la figure 1. Exprimer la force de traction F, au début de la décélération, en fonction du temps de décélération Δt, v_{max} et des données. Calculer F pour α=5°, Δt = 13.63 s et v_{max} = 80 km/h.

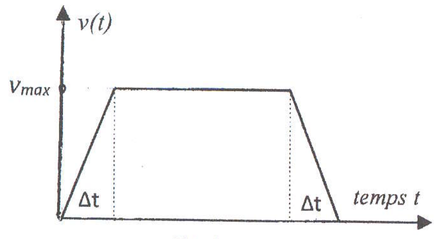


Fig.1

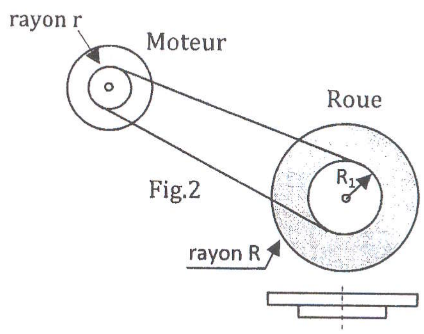
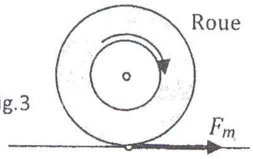


Fig.2

Partie II : Dans l'objectif de déterminer les relations entre les grandeurs relatives au moteur de la motocyclette à celles relatives à la roue, nous considérons le montage d'essai de la figure 2 : le moteur entraine l'une des deux roues (cette roue est appelée par la suite roue motrice) à travers une courroie *inextensible* (assimilée à un brin) et *sans glissement* (dans ce montage, les axes de rotation sont supposés *fixes*). La roue motrice est assimilée à un plateau composé de deux cylindres homogènes coaxiaux en aluminium de rayons respectifs R et R_1, ayant même hauteur *h*, la masse volumique de l'aluminium est ρ_a= 2690 kg/m^3. On donne :

- Le moment d'inertie du moteur : *négligée*
- Rayon de l'arbre moteur où passe la courroie : r =5,75 cm
- Grand rayon de la roue motrice, R=21 cm, hauteur h (h = 0.2 cm)
- Rayon au niveau de la roue (motrice), où passe la courroie, R_1=11,5 cm

5. Exprimer le moment d'inertie de la roue motrice, I_r, en fonction de ρ_a, *h, R et R_1*. Calculer I_r en *(kg.m^2)*. *Rappel : le moment d'inertie d'un cylindre de rayon R par rapport à son axe est $I=mR^2/2$.*
6. Exprimer la vitesse angulaire ω_R de la roue motrice en fonction de la vitesse angulaire ω_m du moteur et les rayons *r* et R_1. Justifier votre réponse. En déduire une relation similaire entre les accélérations angulaires $\dot{\omega}_m$ et $\dot{\omega}_R$. On pose par la suite : $G = \omega_R / \omega_m$.
7. Le couple T_e développé par le moteur est transmis à la roue motrice à travers la courroie, on désigne sa valeur par T_R appliqué sur la roue. On admet la relation entre ces deux couples : $T_e = G.T_R$. Soit F_m la composante tangentielle qui matérialise l'action appliquée par le sol sur la roue motrice (fig.3). Par application du principe de la dynamique, exprimer F_m en fonction de *R, G, I_r, $\dot{\omega}_R$ et T_e. Dans la suite,* on admet que l'effort F_m exprimé dans cette question soit l'effort de traction que le moteur *développe* pour avancer.

Fig.3


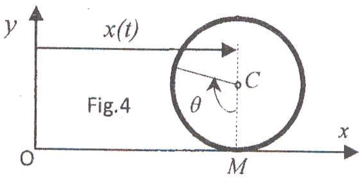


Fig.4

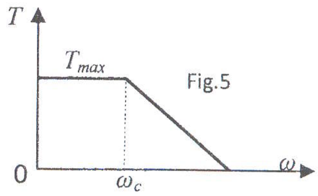


Fig.5

Partie III : On considère ici que la roue roule sans glisser sur un plan horizontal (*absence de glissement*).

8. Pour un angle θ réalisé par la roue lors de son roulement, exprimer la distance *x* parcourue par son centre C (fig.4).
9. Exprimer la relation entre la vitesse linéaire *v* du point C (égale à celle de la roue elle-même et égale aussi à la vitesse de la motocyclette) et la vitesse angulaire de la roue ω_R. En déduire une relation similaire entre les accélérations linéaire γ de C et angulaire $\dot{\omega}_R$.
10. En appliquant la loi de la dynamique au centre de gravité de la motocyclette et en négligeant F_r et Ir (aussi bien pour les questions 11 et 12), exprimer T_e sous la forme : $T_e = A\dot{v} + Bv^2$, où *A et B* sont des constantes à identifier en fonction des données.
11. En admettant que le couple T_e soit donné en fonction de la vitesse angulaire ω du moteur : T_e (Nm) = 153-1.16 ω_m (rd/s), T_{max} = 34 Nm, calculer la valeur de ω_c (figure 5).
12. Après A.N., Donner l'équation différentielle du mouvement de la motocyclette dans le cas $\omega_c \le \omega \le \omega_{max}$. A votre avis, quel sera l'intérêt de cette équation différentielle.

Partie IV : On considère un système composé d'un petit cylindre assimilé à un point matériel de masse m=10 kg et d'un ressort de raideur k=500 N/m et de longueur initiale *l_0 = 100 mm,* sa longueur dans la position horizontale (1) est *l=200 mm*. La masse *m* glisse sans frottement le long d'une tige verticale, tel qu'il est illustré sur la figure 6. La masse est lâchée du repos à partir de la position (1), elle atteint la position (2), située à la distance h avec une vitesse v_2 (2). On choisit la position (1) comme référence pour l'énergie potentielle due à la pesanteur. On note E_p : énergie potentielle, E_c : énergie cinétique et E_m : énergie mécanique, relatives au système.

13. Calculer E_{p1} et E_{m1} du système (masse-ressort) dans la position (1).
14. Exprimer E_{p2}, E_{c2} en fonction de *m, g, l, l_0, h, k* et v_2, du système dans la position (2).
15. Exprimer la vitesse v_2 de la masse lors de son passage vers le bas devant la position h, en fonction de *m, g, h, l, l_0 et k*. Calculer v_2 pour h=150 mm.

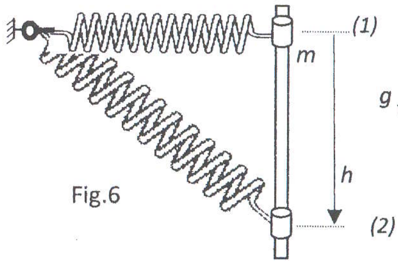


Fig.6

Physique II (Electricité) :

Problème.

Sur la figure (Fig.1) est schématisé un circuit électrique comportant un générateur de tension continue de force électromotrice E = 10 V, un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, trois conducteurs ohmiques de résistances R_1, R_2 et R_3, et quatre interrupteurs K_1, K_2, K_3 et K_4.
On utilise une centrale d'acquisition qui permet de visualiser les tensions u_C et u_L et le courant i_L.
Toutes les expériences sont indépendantes, et les valeurs de R_1, R_2, R_3 L et C peuvent changer d'une expérience à l'autre.

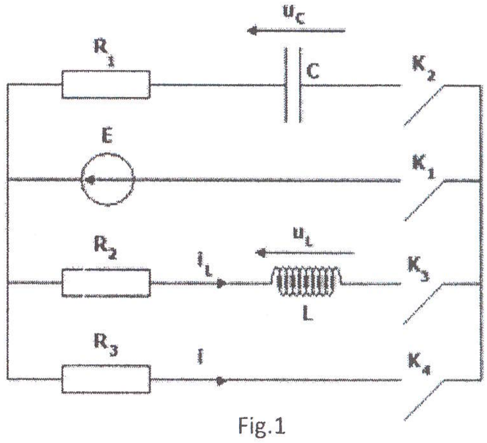


Fig.1

Expérience A.

Dans cette expérience, les interrupteurs K_1 et K_2 sont fermés, K_3 et K_4 sont ouverts.

1. Donner l'équation différentielle vérifiée par la tension u_c en fonction de R_1, C et E.
2. La résistance R_1 = 20 Ω, et la constante du temps du circuit vaut 0,4 ms. Déduire la valeur de la capacité C.
3. Une fois le condensateur totalement chargé, quelle sera la valeur de la tension u_C à ses bornes ?
4. Si l'on remplace R_1 par deux conducteurs ohmiques montés en parallèle de résistances R = 10 Ω chacun. Quelle sera la valeur de la constante du temps du nouveau circuit ?

Expérience B.

Dans cette expérience, les interrupteurs K_1 et K_3 sont fermés, K_2 et K_4 sont ouverts.
Le courant i_L est reporté sur la figure (Fig.2).

5. Quelle est la valeur numérique de la constante du temps du dipôle RL ?
6. En déterminant la valeur finale du courant i_L, donner la valeur de la résistance R_2.
7. Déduire la valeur de l'inductance L.
8. On remplace la bobine par deux bobines montées en série d'inductances L_1 = 0.6H et L_2. Déterminer la valeur de L_2 pour que le circuit ait une constante de temps double.

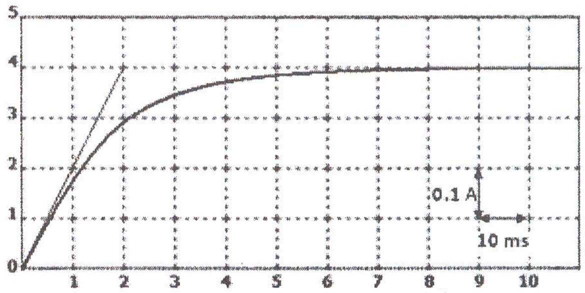


Fig.2

Expérience C.

Les résistances R_1 et R_2 sont court-circuitées (on peut considérer $R_1 = R_2 = 0$ Ω), les interrupteurs K_2 et K_3 sont fermés, K_1 et K_4 sont ouverts.
On mesure la fréquence propre d'oscillation à l'aide d'un oscilloscope et on trouve f_0 = 356 Hz. Quand on branche un autre condensateur de capacité C' = 10µF, on trouve f_0 = 270,7 Hz.

9. Calculer la valeur de la capacité C et la valeur de l'inductance L.

Expérience D.

Les résistances R_1 et R_2 sont court-circuitées (on peut considérer $R_1 = R_2 = 0\ \Omega$), et on remplace la bobine par une autre d'inductance L' et de résistance r.
Initialement, le condensateur est complètement chargé, et est supposé de capacité $C = 50\ \mu F$.
A l'instant t=0, les interrupteurs K_2 et K_3 sont fermés, K_1 et K_4 sont ouverts.
L'évolution de la tension u_C et reportée sur la figure (Fig.3).

10. En supposant que la pseudo-période est à peu prés égale à la période propre d'oscillation du circuit LC, calculer la valeur de l'inductance L'.

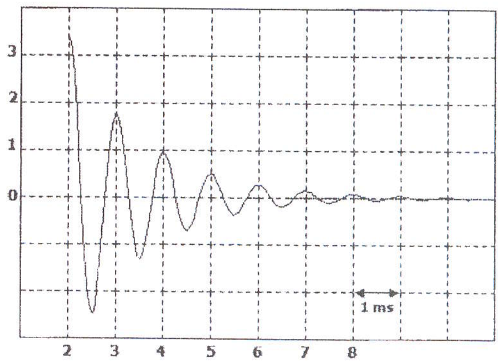


Fig.3

Exercice.

Répondre par Vrai ou Faux

1.	La constante de temps d'un dipôle RL est inversement proportionnelle à la valeur de la résistance.
2.	La constante du temps d'un circuit RL est égale à la durée nécessaire pour que le courant y circulant se stabilise.
3.	La période propre d'oscillation d'un circuit LC augmente lorsque la valeur de la capacité C augmente.
4.	On peut considérer que la résistance interne d'une bobine L n'a aucun effet sur la période d'oscillation d'un circuit LC.
5.	La capacité équivalente de deux condensateurs en série est toujours inférieure à la valeur de la capacité la plus faible.
6.	Dans un circuit LC parfait la tension aux bornes du condensateur tend vers zéro en régime permanent.
7.	L'intensité du courant dans un circuit RC en début de charge est non nulle même si le condensateur est initialement déchargé.
8.	La résistance équivalente de deux conducteurs ohmiques en série est toujours supérieure à la valeur de la résistance la plus grande.
9.	On ne peut pas utiliser un oscilloscope pour mesurer l'intensité du courant dans un circuit RC.
10.	L'impédance d'un condensateur en régime continu est très faible.
11.	La valeur efficace d'une tension sinusoïdale peut être négative.
12.	Quand la fréquence du courant diminue, l'impédance d'une bobine augmente.
13.	Si le courant traversant une bobine est constant, alors forcément la tension à ses bornes est nulle.
14.	La tension aux bornes d'un condensateur est en avance de phase par rapport au courant le traversant.
15.	La capacité équivalente de deux condensateurs en parallèle est toujours de valeur supérieure à la valeur de la capacité la plus grande.
16.	Quand la fréquence du courant diminue, l'impédance du condensateur augmente.
17.	En régime continue, un condensateur est équivalent à un court-circuit.
18.	Quand un condensateur est totalement chargé, le courant qui le traverse est nul.
19.	La tension aux bornes du condensateur, dans un circuit RC, est toujours apériodique.
20.	La tension aux bornes du condensateur, dans un circuit RLC en régime libre, est toujours pseudopériodique.

Cette feuille ne doit porter **aucun signe indicatif ni signature**
Filières SM A et B

FICHE DES REPONSES (Physique I) : Questions 1 à 15			Note
1. Force de traction : $F =$			
Puissance : $P =$	$P(v) =$		
2. $P_m =$			
3. $\alpha =$	A.N. $\alpha =$		
4. $F =$	A.N. $F =$		
5. Moment d'inertie $I_r =$	A.N. $I_r =$		
6. $\omega_R =$	Justification :	$\dot{\omega}_R =$	
7. $F_m =$			
8. Relation (x, θ) :			
9. Relation (v, ω_R):	Relation $(\gamma, \dot{\omega}_R)$:		
10. Couple : $T_e =$ A= B=			
11. Vitesse angulaire : $\omega_c =$			
12. Equation différentielle :			
13. Energies (1) : $E_{p1} =$	$E_{m1} =$		
14. Energies (2) : $E_{p2} =$ $E_{c2} =$			
15. Vitesse : $v_2 =$	A.N. $v_2 =$		

Problème		Chaque question est notée sur 2 points	
		Réponse	Note
1.	L'équation différentielle vérifiée par la tension u_c en fonction de R_1, C et E.		
2.	La valeur de la capacité C.	$C =$	
3.	La tension u_C aux bornes du condensateur.	$u_c =$	
4.	La valeur de la constante du temps du nouveau circuit.	$\tau =$	
5.	La valeur numérique de la constante du temps du dipôle RL.	$\tau =$	
6.	La valeur de la résistance R_2.	$R_2 =$	
7.	La valeur de l'inductance L.	$L =$	
8.	La valeur de L_2.	$L_2 =$	
9.	La capacité C et la valeur de l'inductance L.	$C =$ et $L =$	
10.	La valeur de l'inductance L'.	$L' =$	

Exercice (bonne réponse : +1, mauvaise réponse : -0.5)

Question	Réponse (Vrai/Faux)	Note
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Question	Réponse (Vrai/Faux)	Note
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

Question	Réponse (Vrai/Faux)	Note
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

Question	Réponse (Vrai/Faux)	Note
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		

Note
/40

(Physique II)

Cette feuille est un document à rendre et ne doit porter aucun signe indicatif ou signature du candidat

Problème		Chaque question est notée sur 2 points	
		Réponse	Note
1.	L'équation différentielle vérifiée par la tension u_c en fonction de R_1, C et E.		
2.	La valeur de la capacité C.	$C =$	
3.	La tension u_C aux bornes du condensateur.	$u_c =$	
4.	La valeur de la constante du temps du nouveau circuit.	$\tau =$	
5.	La valeur numérique de la constante du temps du dipôle RL.	$\tau =$	
6.	La valeur de la résistance R_2.	$R_2 =$	
7.	La valeur de l'inductance L.	$L =$	
8.	La valeur de L_2.	$L_2 =$	
9.	La capacité C et la valeur de l'inductance L.	$C =$ $et\ L =$	
10.	La valeur de l'inductance L'.	$L' =$	

Exercice (bonne réponse : +1, mauvaise réponse : -0.5)

Question	Réponse (Vrai/Faux)	Note
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Question	Réponse (Vrai/Faux)	Note
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

Question	Réponse (Vrai/Faux)	Note
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		

Question	Réponse (Vrai/Faux)	Note
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		

Note

/40