

المملكة المغربية  
وزارة التكوين الوطني  
والتعليم العالي  
وتكوين الأطر  
والبحث العلمي  
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة العادية 2009  
الموضوع  
(الترجمة الفرنسية)

المملكة المغربية  
وزارة التكوين الوطني  
والتعليم العالي  
وتكوين الأطر  
والبحث العلمي  
المركز الوطني للتقويم والامتحانات



C:NS30

7

المعامل:

(Www.coursdu soirPC.com) الفيزياء والكيمياء المادة:

4

مدة  
الإنجاز:الشعب (ة)  
أو المسلك: شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)

L'usage des calculatrices programmables ou d'ordinateurs n'est pas autorisé

Ce sujet comporte un exercice de chimie et trois exercices de physique :

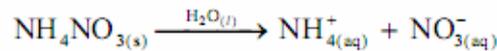
<b>Chimie :</b>	• Contrôle de la proportion d'un élément chimique dans un produit industriel ;	3,75 points
	• Préparation du gout d'ananas.	3,25 points
<b>Physique 1 :</b>	Ondes ultrasonores;	3 points
<b>Physique 2 :</b>	Rôle du dipôle RC dans un récepteur d'ondes électromagnétiques ;	4,5 points
<b>Physique 3 :</b>	Amortisseurs d'une voiture et sécurité routière.	5,5 points

### Partie (1) : Contrôle de la proportion d'un élément chimique dans un produit industriel (3,75 points)

On utilise quelques produits industriels azotés dans le domaine agricole, à cause de leur teneur en élément Azote qui est considéré parmi les éléments nécessaires à la fertilisation du sol.

Un produit industriel, contient du nitrate d'ammonium  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (s) très soluble dans l'eau, de façon à ce qu'on peut considérer que cette dissolution est totale, et on la modélise par l'équation

de réaction :



Le fabricant indique, sur la caisse d'emballage du produit industriel azoté, le pourcentage massique X de l'élément azote dans ce produit :  $X = 27\%$ .

Le but de cet exercice est de s'assurer de cette valeur de X.

On donne :

- Masses molaires :  $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(\text{N}) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ .

- Toutes les mesures de pH ont été effectuées à  $25^\circ\text{C}$ .

- Produit ionique de l'eau à  $25^\circ\text{C}$  :  $K_e = 10^{-14}$ .

- Constante pKa du couple  $(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3)$  :  $\text{pKa} = 9,20$ .

1- Etude d'une solution aqueuse de nitrate d'ammonium  $(\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}))$  :

On prélève un volume  $V_S$  d'une solution (S) de nitrate d'ammonium, de concentration molaire  $C = 4,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . La mesure du pH de cette solution donne  $\text{pH} = 5,30$ .

1-1- Ecrire l'équation modélisant la réaction de l'ion ammonium avec l'eau.

1-2- Calculer la valeur du taux d'avancement final de cette transformation, conclure ?

1-3- S'assurer que la valeur du pKa du couple  $(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3)$  est :  $\text{pKa} = 9,20$ .

2- Détermination du pourcentage massique de l'élément azote dans un produit industriel :

On dissout dans l'eau pure, un échantillon du produit industriel azoté de masse  $m = 5,70 \text{ g}$  pour obtenir une solution aqueuse ( $S_A$ ) de volume  $V = 250 \text{ mL}$ .

On prélève de cette solution ( $S_A$ ), un volume  $V_A = 20,0 \text{ mL}$ , et on neutralise les ions

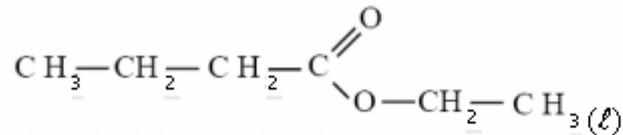
ammoniums qui s'y trouvent par une solution aqueuse ( $S_B$ ) d'hydroxyde de sodium ( $Na_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$ ), de concentration molaire  $C_B = 0,200 \text{ mol.L}^{-1}$ . L'équivalence est atteinte lorsqu'on a versé un volume  $V_{Be} = 22,0 \text{ mL}$  de solution ( $S_B$ ).

2-1- Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction du dosage.

2-2- Trouver la quantité de matière  $n$  ( $NH_4NO_3$ ) de nitrate d'ammonium contenue dans l'échantillon étudié. Et s'assurer de la valeur  $X$  du pourcentage massique de l'élément azote dans le produit industriel étudié.

### Partie (2) : Préparation du gout d'ananas (3,25 points)

Plusieurs fruits contiennent des esters à gout distingué. Par exemple le gout d'ananas est dû au butanoate d'éthyle, qui est un ester de formule développée :

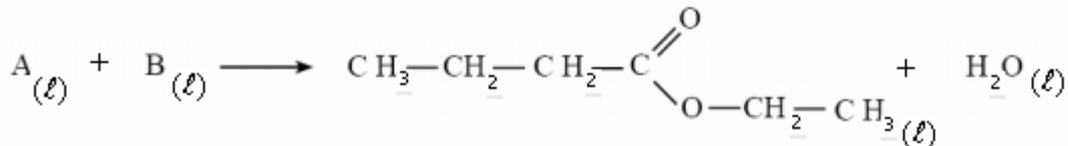


Pour satisfaire les besoins de l'industrie alimentaire en cet ester, on utilise un ester identique à l'ester naturel extrait de l'ananas, mais synthétisé plus facilement et moins chère.

On donne :

• Masses molaires :  $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ ,  $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ .

1- On obtient le butanoate d'éthyle par réaction entre un acide carboxylique (A) avec un alcool (B) en présence d'acide sulfurique, selon l'équation suivante :



1-1- Citer les caractéristiques de cette réaction.

1-2- Donner la formule semi-développée de l'acide carboxylique (A) et l'alcool (B).

2- On chauffe par reflux, un mélange équimolaire contenant  $n_0 = 0,30 \text{ mol}$  d'acide (A) et  $n_0 = 0,30 \text{ mol}$  d'alcool (B), en présence d'acide sulfurique. On obtient à l'équilibre 23,2 g de butanoate d'éthyle.

2-1- Trouver, à l'aide du tableau d'avancement :

a- La constante d'équilibre  $K$  associée à la réaction étudiée.

b- La valeur du rendement  $r$  de cette réaction.

2-2- On réalise la même transformation, en utilisant  $n \text{ mol}$  d'acide carboxylique (A), et  $n_0 = 0,30 \text{ mol}$  d'alcool (B). Calculer la quantité de matière  $n$  pour obtenir un rendement  $r' = 80\%$ .

### Physique 1 (3 points) : ondes ultrasonores

Les ondes ultrasonores sont des ondes de fréquence supérieure à celle des ondes sonores audibles par l'homme. Elles sont exploitées dans plusieurs domaines, comme l'échographie.

Le but de cet exercice est :

- L'étude de la propagation des ondes ultrasonores ;
- Détermination des dimensions d'un tube métallique.

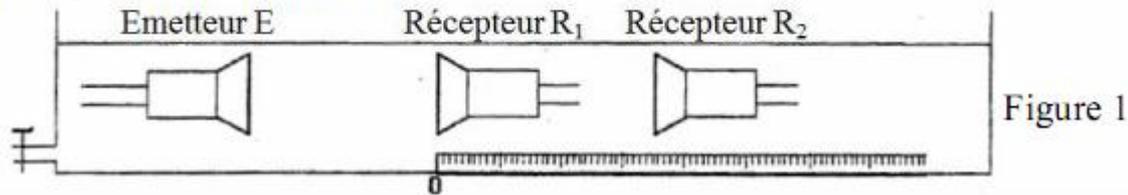
1- Propagation des ondes mécaniques :

1-1- a- Ecrire la définition de l'onde mécanique progressive.

b- Quelle est la différence entre l'onde mécanique longitudinale et l'onde mécanique transversale ?

1-2- Propagation des ondes ultrasonores dans l'eau :

On pose un émetteur E et deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  d'ondes ultrasonores dans une cuve remplie d'eau, de façon à ce que l'émetteur et les deux récepteurs sont alignés suivant une règle graduée (Figure 1).

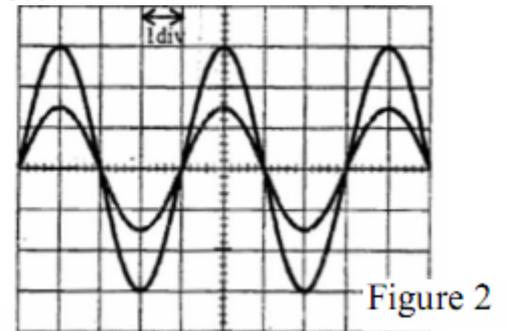


L'émetteur émet une onde ultrasonore qui se propage dans l'eau et arrive aux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$ . Les deux signaux captés par les deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$ , sont appliqués successivement aux entrées d'un oscilloscope.

Lorsque les deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  se trouvent au zéro de la règle, on constate sur l'écran de l'oscilloscope l'oscillogramme représenté sur la figure 2, où les deux courbes correspondant aux signaux captés par  $R_1$  et  $R_2$  sont en phase.

La sensibilité horizontale est fixée sur  $5 \mu\text{s} \cdot \text{div}^{-1}$ .

On éloigne  $R_2$  suivant la règle graduée, on constate que la courbe correspondante au signal capté par  $R_2$  est décalée vers la droite. Les deux signaux captés par  $R_1$  et  $R_2$  deviennent à nouveau en phase, lorsque la distance entre  $R_1$  et  $R_2$  est  $d = 3 \text{ cm}$ .



- Ecrire la définition de la longueur d'onde  $\lambda$ .
- Ecrire la relation entre la longueur d'onde  $\lambda$ , la fréquence  $N$  des ultrasons et sa célérité de propagation dans un milieu quelconque.
- En déduire de cette expérience, la valeur  $V_e$  de la célérité de propagation des ultrasons dans l'eau.

### 1-3- Propagation des ultrasons dans l'air :

On conserve le même dispositif précédent ( $d = 3 \text{ cm}$ ), et on vide la cuve, le milieu de propagation des ultrasons devient ainsi l'air. On observe que les deux courbes correspondant aux signaux captés par  $R_1$  et  $R_2$  ne sont plus en phase.

- Expliquer le phénomène observé.
- Calculer la valeur minimale de la distance de laquelle il faut éloigner le récepteur  $R_2$  pour que les deux signaux deviennent à nouveau en phase.

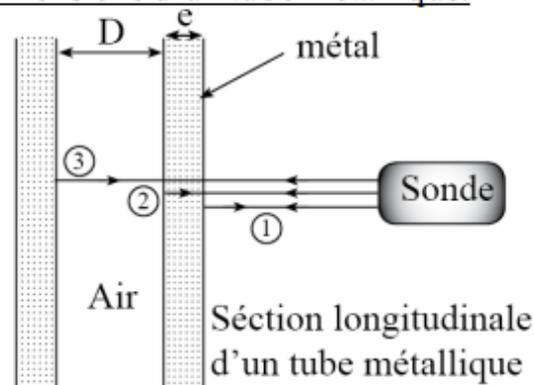
On donne : La célérité de propagation des ultrasons dans l'air  $V_a = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

### 2- Utilisation des ultrasons pour mesurer les dimensions d'un tube métallique.

Une sonde jouant le rôle d'un émetteur et récepteur, émet une onde ultrasonore de courte durée dans une direction normale à l'axe du tube cylindrique (Figure 3).

Cette onde traverse le tube et se réfléchit à chaque changement de milieu de propagation, pour revenir à la sonde, qui la transforme en signal électrique de courte durée.

On visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, les signaux émis et reçus.



L'oscillogramme obtenu au cours du test fait sur le tube, a permis de tracer le diagramme de la figure 4.

On observe des raies sous forme de pics verticaux :  $P_0, P_1, P_2, P_3$ . Figure 4.

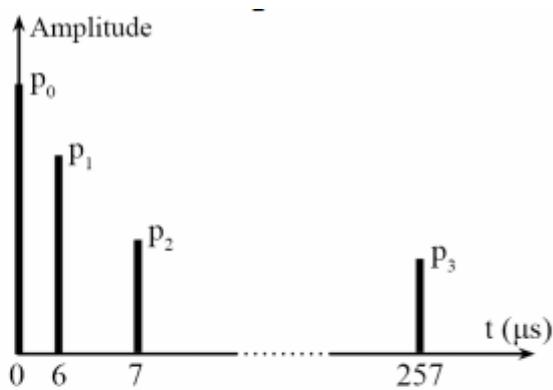


Figure 4

- $P_0$  : correspond à l'instant de l'émission.
- $P_1$  : correspond à l'instant de la réception, par la sonde, de l'onde réfléchi ①.
- $P_2$  : correspond à l'instant de la réception, par la sonde, de l'onde réfléchi ②.
- $P_3$  : correspond à l'instant de la réception, par la sonde, de l'onde réfléchi ③.

On donne : la vitesse de propagation des ultrasons :

- Dans le métal du tube :  $v_m = 1,00 \cdot 10^4 \text{ m.s}^{-1}$  ;
- Dans l'air :  $v_a = 340 \text{ m.s}^{-1}$ .

2-1- Trouver l'épaisseur  $e$  du métal du tube ;

2-2- Trouver la valeur  $D$  du diamètre interne du tube.

**Physique 1 (4,5 points) : Rôle du dipôle RC dans un récepteur d'ondes électromagnétiques :**

Le condensateur est utilisé dans la fabrication de beaucoup d'appareils électriques, en particulier le récepteur d'ondes électromagnétiques.

Le but de cet exercice est d'étudier la charge d'un condensateur et mettre en évidence le rôle du dipôle RC dans l'un des étages d'un récepteur d'ondes électromagnétiques.

**1- Etude de la charge d'un condensateur :**

On réalise le circuit de la figure 1, constitué de :

- (G) : Générateur idéal de fem  $E$  ;
- (D) : Résistor de résistance  $R = 100 \Omega$  ;
- (c) : Condensateur de capacité  $C$  ;
- (K) : Interrupteur

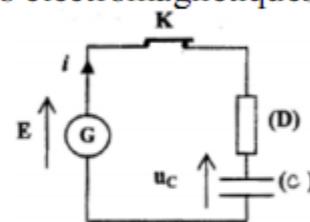


Figure 1

Le condensateur non chargé, on ferme l'interrupteur à un instant  $t = 0$ .

1-1- Etablir l'équation différentielle d'évolution de la tension  $u_c$ .

1-2- La solution de cette équation s'écrit sous la forme :  $u_c = A(1 - e^{-t/\tau})$ , où  $A$  est une constante positive et  $\tau$  la constante de temps du circuit RC.

Montrer que :  $\ln(E - u_c) = -\frac{1}{\tau}t + \ln(E)$

1-3- La courbe représentée par la figure 2 traduit les variations de la grandeur  $\ln(E - u_c)$  en fonction du temps. En exploitant cette courbe, trouver la valeur de  $E$  et celle de  $\tau$ .

1-4- On désigne par  $E_e$  l'énergie emmagasinée dans le condensateur à l'instant  $t = \tau$ , et par  $E_{e \text{ max}}$  à sa valeur maximale .

Calculer la valeur du rapport  $\frac{E_e}{E_{e \text{ max}}}$ .

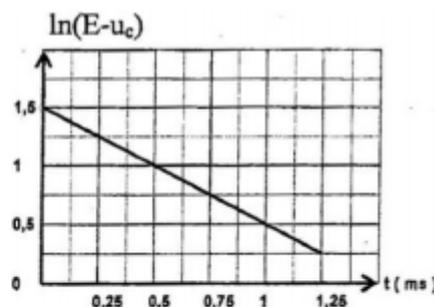


Figure 2

1-5- Calculer la capacité  $C'$  du condensateur ( $c'$ ) qu'on doit monter avec le condensateur ( $C$ ) dans le circuit précédent, pour que la constante de temps devienne  $\tau' = \frac{\tau}{3}$ , en indiquent le type de montage (série ou parallèle).

**2- Etude du Rôle du dipôle RC dans le circuit du détecteur de crêtes d'un récepteur d'ondes électromagnétiques.**

On utilise le résistor (D) et le condensateur (c), dans le détecteur de crêtes correspondant à l'un des étages du circuit représenté par la figure 3, pour détecter les crêtes de la tension modulée en amplitude d'expression :

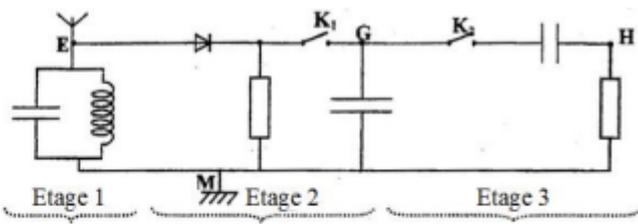
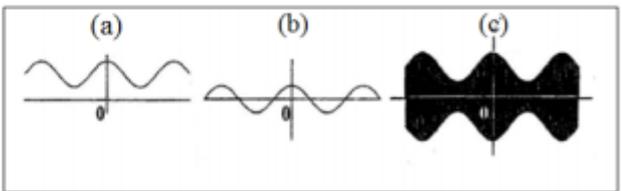


Figure 3

$$u(t) = k[0,5.\cos(10^3\pi t) + 0,7].\cos(10^4\pi t)$$

- 2-1- Indiquer, à l'aide de la figure3, l'étage correspondant au détecteur de crêtes.
- 2-2- Montrer que le dipôle RC permet une bonne détection de crêtes.

- 2-3- Les deux interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$  sont fermés, les courbes obtenus successivement sur l'écran d'un oscilloscope Représentent les variations des tensions  $u_{EM}$ ,  $u_{GM}$  et  $u_{HM}$  (Figure 4). Indiquer en justifiant, la courbe correspondant à la sortie du détecteur de crêtes.



**Physique 3 (5,5 points) : Amortisseurs et sécurité routière**

**I- Test de freinage :**

Des tests effectués dans une usine de fabrication de voitures, ont montré que :

- L'accélération d'une voiture au cour du freinage sur une route rectiligne, reste constant.
- La valeur de cette accélération est la même quelle que soit la vitesse de la voiture juste avant le début du freinage.

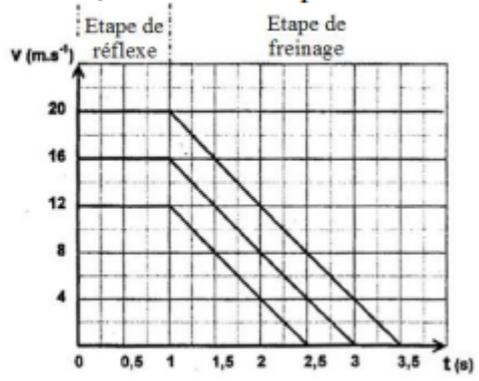


Figure 1

Les courbes de la figure 1, donnent ce type de tests, à partir de l'instant  $t = 0$ , auquel le conducteur perçoit un obstacle devant lui.

Entre l'instant de perception de l'obstacle et l'instant d'appui sur la pédale des freins, s'écoule une durée de (1s), et c'est la durée normale de reflexe.

- 1- Calculer, à partir du graphe (Figure 1), l'accélération de la voiture au cour du freinage.
- 2- En déduire le module de la somme des vecteurs forces appliquées sur la voiture au cour du freinage, sachant que sa masse est :  $M = 1353 \text{ kg}$ .
- 3- Si la vitesse de la voiture au début du freinage est  $72 \text{ km.h}^{-1}$ , calculer en exploitant le graphe ;
  - 3-1- La distance parcourue par la voiture au cours de la phase de réaction.
  - 3-2- La durée de la phase de freinage ;
- 4- Lors du mouvement de la voiture à la vitesse de  $16 \text{ m.s}^{-1}$ , le conducteur est surpris d'un obstacle à la distance de 35 m de l'avant de sa voiture. Montrer que le conducteur arrête la voiture avant d'heurter l'obstacle.

**II- Modélisation de la suspension d'une voiture :**

La suspension d'une voiture est composée de ressorts et d'amortisseurs, qui assurent le confort et la sécurité des passagers.

Les ressorts se compriment et se dilatent, tandis que les amortisseurs amortissent les oscillations.

On modélise la voiture par un pendule élastique vertical amorti, comme l'indique la figure 2.

Le pendule est constitué d'un corps de masse égale à celle de la voiture  $M = 1353 \text{ kg}$ , de centre de gravité  $G$ , fixé à un ressort vertical, à spires non jointives, de raideur  $K = 6.10^5 \text{ N.m}^{-1}$  et de masse négligeable.

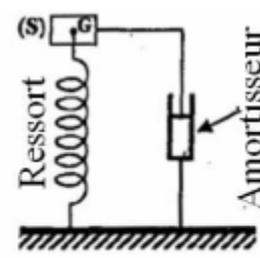


Figure 2

L'amortisseur applique sur le corps (S), au cours des oscillations, des frottements visqueux.

**1- Etude énergétique de l'oscillateur {corps (S) + Ressort}, non amorti :**

On considère que l'oscillateur {corps (S) + Ressort} est non amorti et que son énergie mécanique se conserve.

A l'équilibre, la position  $G_0$  du centre d'inertie de (S), appartient au même plan horizontal contenant le point  $O$ , origine du repère vertical ascendant  $(O, \vec{k})$ , et où le ressort est comprimé de  $|\Delta \ell_0|$ .

L'oscillateur est susceptible d'effectuer des oscillations verticales autour de sa position d'équilibre  $G_0$ . On repère à chaque instant, la position du centre d'inertie  $G$  de (S), au cours de ses oscillations suivant l'axe  $(O, \vec{k})$ , par son ordonnée  $z$  (Figure 3).

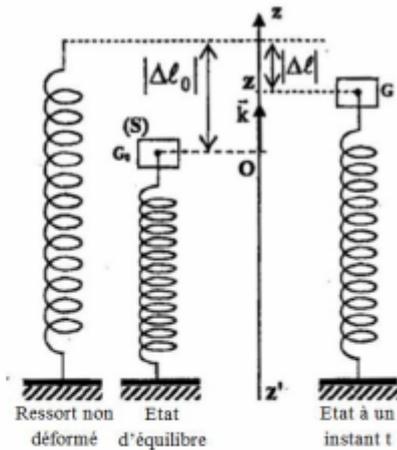


Figure 3

- On choisit le plan horizontal contenant l'origine  $O$  du repère comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ( $E_{pp} = 0$ ).
- On choisit l'état où le ressort est non déformé comme état de référence de l'énergie potentielle d'élasticité ( $E_{pe} = 0$ ).

**1-1-** Trouver, à l'équilibre, la relation entre  $|\Delta \ell_0|$ ,  $M$ ,  $K$  et  $g$  (intensité de pesanteur).

**1-2-** Montrer que l'expression de l'énergie potentielle d'élasticité s'écrit :

$$E_{pe} = \frac{1}{2} K (|\Delta \ell_0| - z)^2.$$

**1-3-** L'énergie mécanique  $E_m$  de l'oscillateur est la somme de son énergie potentielle de pesanteur et de son énergie potentielle d'élasticité et de son énergie cinétique.

**a-** Exprimer l'énergie mécanique  $E_m$  en fonction de :  $M$ ,  $z$ ,  $\frac{dz}{dt}$ ,  $K$  et  $|\Delta \ell_0|$ .

**b-** En déduire l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie  $G$  du corps (S).

**2-** Dans cette partie, on suppose que le corps (S) subit de la part de l'amortisseur, des frottements visqueux modélisés par une force d'expression  $\vec{f} = -h \frac{dz}{dt} \vec{k}$  où  $h$  est une constante positive, appelée coefficient d'amortissement, et qui caractérise la qualité de l'amortisseur.

On montre dans ce cas que l'équation différentielle vérifiée par l'ordonnée  $z$  du centre d'inertie  $G$  s'écrit sous la forme :  $M \frac{d^2z}{dt^2} + h \frac{dz}{dt} + Kz = 0$ .

**2-1-** Exprimer  $\frac{dE_m}{dt}$  en fonction de la constante  $h$  et  $\frac{dz}{dt}$ . Commenter le résultat.

2-2- Sur le document de la figure 4, sont représentées les courbes (a) et (b) modélisant les variations en fonction du temps, de l'ordonnée z des centres d'inertie de deux corps (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>) modélisant deux voitures ① et ② de même type, ne différenciant que par la qualité des amortisseurs.

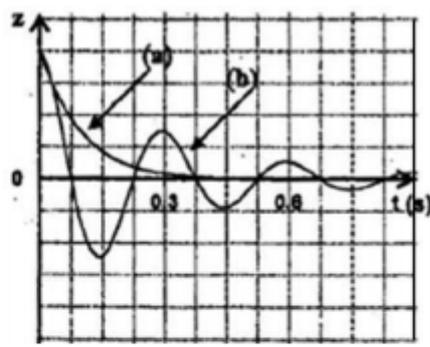


Figure 4

Les coefficients de frottement relatifs successivement aux voitures ① et ② sont tel que :  $h_2 > h_1$ .

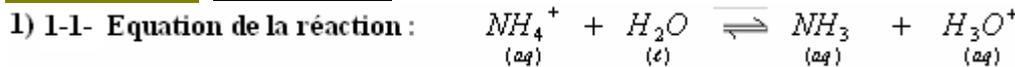
Préciser laquelle des deux voitures offre plus de sécurité au conducteur, en précisant la courbe correspondante. Justifier votre réponse.

## Correction

p.SBIRO Abdelkrim

### Chimie : partie1 :

(Www.coursdu soirPC.com)



1-2- Tableau d'avancement de la réaction:

Equation de la réaction		$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$			
états	avancement	quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	$C.V_S$	excès	0	0
Etat de transformation	x	$C.V_S - x$	excès	x	x
Etat final	$x_f$	$C.V_S - x_f$	excès	$x_f$	$x_f$

L'eau est utilisée en excès, donc  $NH_4^+$  est le réactif limitant, donc :  $C.V_S - x_{max} = 0$  d'où :  $x_{max} = C.V_S$

D'après le tableau d'avancement on a :  $[H_3O^+]_f = 10^{-pH} = \frac{x_f}{V_S} \Rightarrow x_f = 10^{-pH} V_S$

Le taux d'avancement de la réaction est :  $\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{10^{-pH} V_S}{C.V_S} = \frac{10^{-pH}}{C}$  A.N:  $\tau = \frac{10^{-5,3}}{4.10^{-2}} = 1,25.10^{-4}$   $\tau < 1 \Rightarrow$  La réaction est limitée

1-3- La constante d'acidité du couple :  $NH_4^+/NH_3$ :

D'après le tableau d'avancement on a :  $[H_3O^+]_f = [NH_4^+]_f = \frac{x_f}{V_S} = 10^{-pH}$  et  $[NH_3]_f = \frac{C.V_S - x_f}{V_S} = C - 10^{-pH}$

$$K_A = \frac{[NH_3]_f [H_3O^+]_f}{[NH_4^+]_f} = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f} = \frac{(10^{-pH})^2}{C - 10^{-pH}} \Rightarrow pK_A = -\log K_A = -\log \left( \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}} \right)$$

A.N:  $pK_A = -\log \left( \frac{10^{-2 \times 5,3}}{4.10^{-2} - 10^{-5,3}} \right) = 9,2$



2- Relation d'équivalence :  $C_A.V_A = C_B.V_{BE} \Rightarrow C_A = \frac{C_B.V_{BE}}{V_A} = \frac{0,2.(22.10^{-3})}{20.10^{-3}} = 0,22 \text{ mol/L}$

Quantité de matière  $n(NH_4NO_3)$  qui se trouve dans le volume  $V=0,25L$  du produit industriel :

$$n = C_A.V = 0,22 \times 0,25 = 0,055 \text{ mol}$$

La masse de  $NH_4NO_3$  qui se trouve dans l'échantillon étudié :  $m = M.m = 80.(0,055) = 4,4 \text{ g}$

La masse de l'azote qui se trouve dans l'échantillon étudié:

Chaque mole de  $NH_4NO_3$  contient 28g d'azote N.

Donc : 80g de nitrate d'ammonium contient 28g d'azote.

4,4g de nitrate d'ammonium contient x gramme d'azote  $\Rightarrow x = 1,54 \text{ g}$

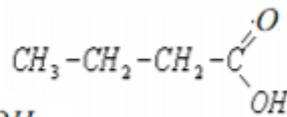
(Www.coursdu soirPC.com)

D'où le pourcentage de l'azote dans le produit :  $X = \frac{1,54}{5,7} = 0,27 = 27\%$

**Partie (2) :**

1) 1-1- Caractéristiques de la réaction d'estérification : réaction lente et limitée.

1-2-La formule développée de l'acide carboxylique :



La formule développée de l'alcool:  $CH_3-CH_2-OH$

2) 2-1-a) Tableau d'avancement de la réaction:

Equation de la réaction		<i>acide</i> + <i>alcool</i> $\rightleftharpoons$ <i>ester</i> + <i>eau</i>			
états	avancement	quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	0,3	0,3	0	0
Etat de transformation	x	0,3.x	0,3.x	x	x
Etat d'équilibre	<b>x<sub>eq</sub></b>	0,3.x <sub>eq</sub>	0,3.x <sub>eq</sub>	<b>x<sub>eq</sub></b>	<b>x<sub>eq</sub></b>

La masse de l'ester résultant est : m=23,2g et la masse molaire de l'ester est M= 116g/mol.

La réaction est limitée, donc  $x_f = x_{eq}$  , d'où :  $x_{eq} = \frac{m}{M} = \frac{23,2}{116} = 0,2mol$

Equation de la réaction		<i>acide</i> + <i>alcool</i> $\rightleftharpoons$ <i>ester</i> + <i>eau</i>			
états	avancement	quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	0,3	0,3	0	0
Etat d'équilibre	<b>0,2</b>	0,1	0,1	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>

La constante d'équilibre:

$$K = \frac{[ester]_{eq} \times [eau]_{eq}}{[acide]_{eq} \times [alcool]_{eq}} = \frac{\left(\frac{0,2}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,1}{V}\right)^2} = \frac{0,2^2}{0,1^2} = 4$$

b) rendement de la réaction :  $r = \frac{n_{exp}(ester)}{n_{th}} = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0,2}{0,3} \approx 0,67 : 67\%$  (Www.coursdusoirPC.com)

2-2-Détermination de la quantité de matière n de l'acide carboxylique qui réagira avec 0.3 mol d'alcool pour que le rendement soit égal à 80%.

**Tableau d'avancement :**

Equation de la réaction		<i>acide</i> + <i>alcool</i> $\rightleftharpoons$ <i>ester</i> + <i>eau</i>			
états	avancement	quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	n	0,3	0	0
Etat de transformation	x	n.x	0,3.x	x	x
Etat d'équilibre	<b>x<sub>eq</sub></b>	n.x <sub>eq</sub>	0,3.x <sub>eq</sub>	<b>x<sub>eq</sub></b>	<b>x<sub>eq</sub></b>

-Si  $n > 0,3$  : Dans ce cas l'alcool est le réactif limitant  $\Rightarrow 0,3 - x_{max} = 0$  d'où :  $x_{max} = 0,3mol$

rendement de la réaction :  $r = \frac{n_{exp}(ester)}{n_{th}} = \frac{x_f}{x_{max}} = 80\% \Rightarrow \frac{x_f}{0,3} = 0,8$  donc :  $x_f = 0,24mol$

la composition finale du mélange est donc:

Equation de la réaction		<i>acide</i> + <i>alcool</i> $\rightleftharpoons$ <i>ester</i> + <i>eau</i>			
états	avancement	quantité de matière (en mol)			
Etat final	0,24	0,06	0,06	0,24	0,24

Or la température est constante , la constante d'équilibre garde la même valeur.

$$K = \frac{[ester][eau]}{[acide][alcool]} = \frac{\left(\frac{0,24}{V}\right)^2}{\left(\frac{n-0,24}{V}\right)\left(\frac{0,06}{V}\right)} = \frac{(0,24)^2}{(n-0,24) \cdot 0,06} = 4 \Rightarrow 0,24^2 = 4 \cdot (0,06) \cdot (n-0,24)$$

$$\Rightarrow 0,0576 = 0,24n - 0,0576 \Rightarrow 0,1152 = 0,24n \Rightarrow n = 0,48mol$$

-Si  $n < 0,3$  : Dans ce cas l'acide carboxylique est le réactif limitant  $\Rightarrow n - x_{\max} = 0$  d'où:  $x_{\max} = n$

rendement de la réaction :  $r = \frac{n_{\text{exp}}(\text{ester})}{n_{\text{th}}} = \frac{x_f}{x_{\max}} = 80\% \Rightarrow \frac{x_f}{n} = 0,8$  donc:  $x_f = 0,8.n$

La composition finale du mélange est donc:

Equation de la réaction		$\text{acide} + \text{alcool} \rightleftharpoons \text{ester} + \text{eau}$			
états	avancement	quantité de matière (en mol)			
Etat final	$x_f = 0,8.n$	$0,2.n$	$0,3 - 0,8.n$	$0,8.n$	$0,8.n$

Or la température est constante, la constante d'équilibre garde la même valeur.

$$K = \frac{[\text{ester}][\text{eau}]}{[\text{acide}][\text{alcool}]} = \frac{\left(\frac{0,8.n}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,2.n}{V}\right)\left(\frac{0,3-0,8.n}{V}\right)} = \frac{(0,8.n)^2}{(0,2.n)(0,3-0,8.n)} = 4 \Rightarrow 4.(0,2.n).(0,3-0,8.n) = 0,64.n^2$$

$$\Rightarrow 0,24n = 1,28.n^2 \text{ avec : } n \neq 0 \Rightarrow n = \frac{0,24}{1,28} = 0,1875 \text{ mol}$$

**Physique 1 :**

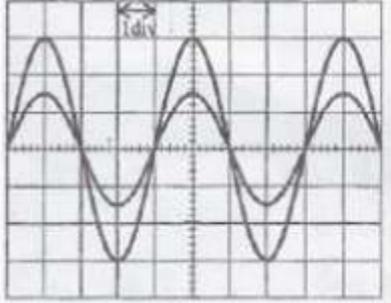
- 1) 1-1-
- a) Une onde progressive est une série d'ébranlements identiques résultant d'une vibration entretenue de la source des ondes.
- b) L'onde est dite transversale si la déformation du milieu matériel est perpendiculaire à la direction de sa propagation, alors qu'elle est longitudinale si la déformation du milieu matériel est parallèle à la direction de sa propagation.

1-2-a) La longueur d'onde  $\lambda$  est la distance parcourue par l'onde pendant une période

b)  $\lambda = \sqrt{T} = \frac{v}{N}$

(Www.coursdu soirPC.com)

c) D'après la figure 2 on a :



La sensibilité horizontale:  $5 \mu s / \text{div}$ .

La période :  $T = 4 \text{ div} \cdot 50 \mu s / \text{div} = 20 \mu s = 20 \cdot 10^{-6} s$

donc la fréquence:  $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-6} s} = 5 \cdot 10^4 \text{ Hz}$

La vitesse  $v_e$  de propagation des ondes ultra sores dans l'eau.

$$v_e = \lambda \cdot N = 3 \cdot 10^{-2} \times 5 \cdot 10^4 = 1500 \text{ m/s}$$

1-3- a) Lorsque le milieu de propagation change la vitesse de propagation des ondes ultrasonore change et la longueur d'onde change aussi ce qui entraine que les deux signaux reçus par  $R_1$  et  $R_2$  ne deviennent pas en phase.

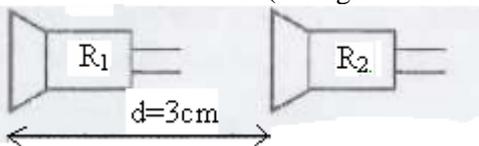
b) Dans l'air la longueur de l'onde ultrasonore devient :

$$\lambda = \frac{v_a}{N} = \frac{340}{5 \cdot 10^4} = 0,68 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 0,68 \text{ cm}$$

Pour une distance entre  $R_1$  et  $R_2$  égale à  $k \cdot \lambda$  ( $k$  nombre entier non nul) on obtient l'opposition de phase et ceci se réalise pour les distance suivantes:

$\lambda$	$2\lambda$	$3\lambda$	$4\lambda$	$5\lambda$	...
$0,68 \text{ m}$	$1,36 \text{ m}$	$2,04 \text{ m}$	$2,72 \text{ m}$	$3,4 \text{ m}$	.....

Or les deux microphones sont déjà séparés d'une distance de 3cm (les signaux ne sont pas en phase).



On constate qu'on est plus proche de  $5\lambda$  que de  $4\lambda$ .

La distance minimale  $d_{\min}$  avec laquelle on doit éloigner  $R_2$  de  $R_1$  pour que les deux signaux deviennent de nouveau en phase est telle que :  $d + d_{\min} = 5\lambda \Rightarrow d_{\min} = 5\lambda - d = 3,4 - 3 = 0,4 \text{ cm}$

2) 2-1- L'épaisseur  $e$  de la paroi du tube métallique:

(Www.coursdu soirPC.com)

$$e = \frac{P_2 - P_1}{2} \cdot v_m = \frac{(7-6) \cdot 10^{-6}}{2} \cdot 10^4 = 0,5 \cdot 10^{-2} = 5 \cdot 10^{-3} m = 5 mm$$

2-2- Le diamètre intérieur D du tube.

$$D = \frac{P_3 - P_2}{2} \cdot v_a = \frac{(257-7) \cdot 10^{-6}}{2} \times 340 = 4,25 \cdot 10^{-2} m = 4,25 cm$$

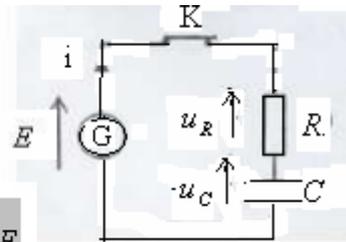
### Physique 1 :

1) 1-1- En appliquant la loi d'additivité des tensions :  $u_R + u_C = E$

$$\Rightarrow Ri + u_C = E \quad \text{avec:} \quad i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(Cu_C)}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt}$$

$$\text{donc:} \quad RC \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E \quad \text{et on a:} \quad \tau = RC$$

$$\Rightarrow \tau \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$$



1-2- La solution s'écrit :  $u_C = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \Rightarrow \frac{du_C}{dt} = \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$

En remplaçant dans l'équation différentielle :  $\tau \cdot \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + A - A e^{-\frac{t}{\tau}} = E \Rightarrow A = E$

La solution devient :  $u_C = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \Rightarrow u_C = E - E e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow E e^{-\frac{t}{\tau}} = E - u_C$  d'où :  $e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E - u_C}{E}$

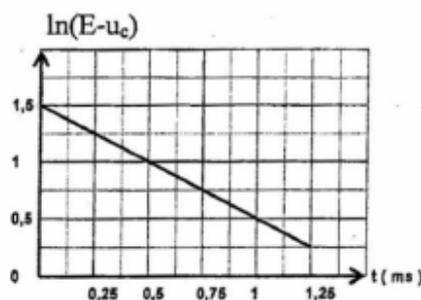
$$\Rightarrow -\frac{t}{\tau} = \ln\left(\frac{E - u_C}{E}\right) \Rightarrow -\frac{t}{\tau} = \ln(E - u_C) - \ln E \quad \text{donc:} \quad -\frac{t}{\tau} + \ln E = \ln(E - u_C)$$

$$\Rightarrow \ln(E - u_C) = -\frac{1}{\tau} t + \ln E$$

3-1- La courbe qui représente la variation de  $\ln(E - u_C)$  en fonction du temps est une fonction affine, son coefficient directeur

est égal à :  $-\frac{1}{\tau}$  car :  $\ln(E - u_C) = -\frac{1}{\tau} t + \ln E$

Pour  $t=0$ ,  $\ln(E - u_C)_{t=0} = \ln E$  et graphiquement à  $t=0$   $\ln(E - u_C)_{t=0} = 1,6 \Rightarrow \ln E = 1,6$  d'où :  $E = e^{1,6} = 4,48 V$



le coefficient directeur :  $K = -\frac{1}{\tau} = \frac{\Delta \ln(E - u_C)}{\Delta t} = \frac{1,5 - 0,5}{(0 - 1) \cdot 10^{-3}} = -10^{-3} s^{-1} \Rightarrow$

$$\tau = 10^{-3} s = 1 ms$$

4-1- à l'instant :  $t = \tau$ , on a :  $u_C = E(1 - e^{-1}) \approx 0,63 E$

$$\frac{E e_{t-\tau}}{E e_{\max}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot C \cdot (u_C)_{t-\tau}^2}{\frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2} = \frac{(u_C)_{t-\tau}^2}{E^2} = \frac{(0,63 E)^2}{E^2} = 0,63^2 = 0,40 = 40\%$$

5-1- On sait que l'association des condensateurs en parallèle sert à faire augmenter la capacité alors que leur l'association en série fait diminuer la capacité.

D'après les données le condensateur  $C'$  qu'on doit ajouter en association avec le condensateur précédent est telle que la constante de temps du condensateur équivalent soit :  $\tau_{eq} = \frac{\tau}{3} \Rightarrow RC_{eq} = \frac{RC}{3} \Rightarrow C_{eq} = \frac{C}{3}$ , la capacité du condensateur

Équivalent a diminuer, donc les condensateurs C et  $C'$  sont monté série.

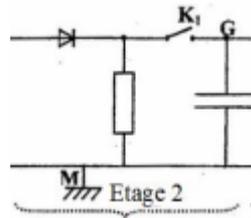
$$\begin{array}{|} \hline C \\ \hline \text{---} \\ \hline C' \\ \hline \end{array} \equiv \begin{array}{|} \hline C_{eq} \\ \hline \text{---} \\ \hline \end{array} \quad \text{avec : } C_{eq} = \frac{C}{3}$$

$$\frac{1}{C'} + \frac{1}{C} = \frac{1}{C_e} \Rightarrow \frac{1}{C'} + \frac{1}{C} = \frac{3}{C} \Rightarrow \frac{1}{C'} = \frac{3}{C} - \frac{1}{C} = \frac{2}{C} \quad \text{donc : } C' = \frac{C}{2}$$

$$\text{On a : } \tau = RC \text{ et } C' = \frac{C}{2} \Rightarrow C' = \frac{\tau}{2R} = \frac{10^{-3}}{2 \times 100} = 5 \cdot 10^{-6} F = 5 \mu F$$

### Physique 3 :

2) 2-1-Le deuxième étage correspond au détecteur de crêtes.



2-2- Pour obtenir une bonne détection de crêtes, la constante de temps du dipôle RC doit vérifier la relation suivante :

$$T_p < \tau \ll T_s$$

D'après les données on a :

$$u(t) = k[0,5 \cdot \cos(10^3 \pi t) + 0,7] \cdot \cos(10^4 \pi t) \quad \text{qui est sous la forme : } u(t) = K[S_m \cdot \cos(2\pi \cdot F_s t) + U_o] \cos(2\pi \cdot F_p t)$$

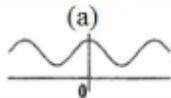
$$\Rightarrow 2 \cdot F_s = 10^3 \quad \text{donc : } F_s = 5 \cdot 10^2 \text{ Hz} \Rightarrow T_s = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s} \quad \text{d'où : } T_s = 2 \text{ ms}$$

$$\text{et : } 2 \cdot F_p = 10^4 \quad \text{donc : } F_p = 5 \cdot 10^3 \text{ Hz} \Rightarrow T_p = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ s} \quad \text{d'où : } T_p = 0,2 \text{ ms}$$

et on a :  $\tau = 1 \text{ ms}$

$$0,2 \text{ ms} < 1 \text{ ms} \ll 2 \text{ ms} \Rightarrow T_p < \tau \ll T_s \quad \text{d'où bonne détection de crêtes}$$

2-3- La courbe (a) correspond à la sortie du détecteur de crêtes car celui-ci permet d'éliminer les alternances négatives ainsi que la partie restante de la porteuse.



### Physique 3 :

I-1) L'accélération de la voiture au cours du freinage :

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 20}{3,5 - 1} = -8 \text{ m/s}^2$$

2) En appliquant la deuxième loi de Newton sur la voiture durant le freinage on a :

$$\Sigma \vec{F} = M \cdot \vec{a}_G \Rightarrow \|\Sigma \vec{F}\| = M \|\vec{a}_G\| = 1353 \times 8 = 10824 \text{ N}$$

3) 3-1-La vitesse de la voiture au début du freinage est :  $v_o = 72 \text{ km/h} = \frac{72 \times 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$

La distance parcourue par la voiture au cours de la phase de réaction

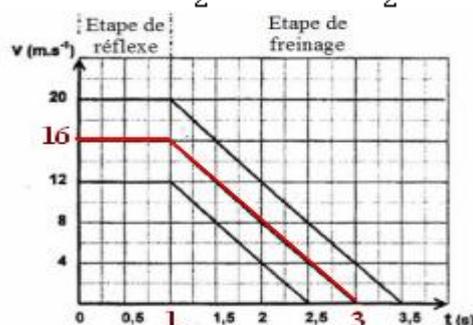
$$d = v_o \cdot \Delta t = 20 \times 1 = 20 \text{ m}$$

(Www.coursdusoirPC.com)

3-2- La durée de phase de freinage :  $\Delta t = 3,5 - 1 = 2,5 \text{ s}$

4) La distance parcourue pendant l'étape de réflexe :  $d = v_o \cdot \Delta t = 16 \times 1 = 16 \text{ m}$

La distance parcourue pendant l'étape de freinage :  $d' = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_o \cdot t = \frac{1}{2} \cdot (-8) \cdot (3 - 1)^2 + 16 \cdot (3 - 1) = 16 \text{ m}$



La distance parcourue par la voiture avant de s'arrêter est donc :  $D=d+d'=32m < 35m$  ce qui montre que le conducteur arrête la voiture avant d'heurter l'obstacle.

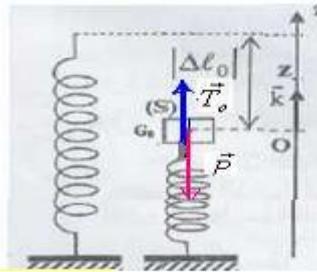
1)1-1- à l'équilibre le corps S est soumis aux forces suivantes:

(Www.coursdu soirPC.com)

$\vec{P}$ : Poids du corps.

$\vec{T}_o$ : La force exercée par le ressort à l'équilibre, d'intensité :  $T_o = K|\Delta\ell_o|$

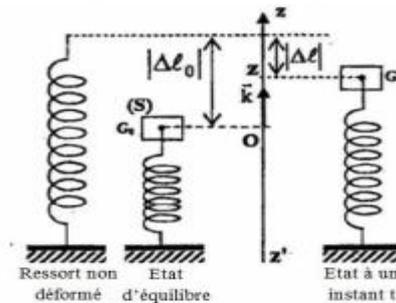
Condition d'équilibre:  $\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} + \vec{T}_o = \vec{0}$



Par projection sur l'axe ox :  $-P + T_o = 0 \Rightarrow -m.g + K|\Delta\ell_o| = 0 \Rightarrow$  Condition d'équilibre:  $m.g = K|\Delta\ell_o|$

1-2- Pendant les oscillations, l'allongement du ressort :  $\Delta\ell = |\Delta\ell_o| - z$ , z est algébrique.

L'énergie de potentielle élastique :  $E_{pe} = \frac{1}{2}.K.\Delta\ell^2 + C^{te} = \frac{1}{2}.K.(|\Delta\ell_o| - z)^2 + C^{te}$



**L'état de référence de l'énergie potentielle d'élasticité est l'état où le ressort est non déformé:**

$\Rightarrow E_{pe} = 0$  lorsque :  $z = |\Delta\ell_o| \Rightarrow 0 = 0 + C^{te} \Rightarrow C^{te} = 0$  donc:  $E_{pe} = \frac{1}{2}.K.(|\Delta\ell_o| - z)^2$

L'énergie de potentielle pesanteur :  $E_{pp} = M.g.z + C'$

**Etat de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ( $E_{pp} = 0$ ) :** le plan horizontal contenant l'origine O du repère.

$\Rightarrow 0 = 0 + C'$  donc:  $C' = 0 \Rightarrow E_{pp} = M.g.z$

1-3-a) L'énergie mécanique du système est la somme de l'énergie cinétique, l'énergie potentielle élastique et de l'énergie potentielle de pesanteur.

$$E_m = E_c + E_{pe} + E_{pp}$$

$$= \frac{1}{2}M.\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}k(|\Delta\ell_o| - z)^2 + Mgz$$

$$= \frac{1}{2}M\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}k|\Delta\ell_o|^2 - k|\Delta\ell_o|z + \frac{1}{2}kz^2 + Mgz$$

D'après la condition d'équilibre :  $Mgz = k|\Delta\ell_o|z \quad Mg = k|\Delta\ell_o|$

$$\text{donc: } E_m = \frac{1}{2}M\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}k|\Delta\ell_o|^2 - \cancel{k|\Delta\ell_o|z} + \frac{1}{2}kz^2 + \cancel{k|\Delta\ell_o|z}$$

$$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2}M\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}k|\Delta\ell_o|^2 + \frac{1}{2}kz^2$$

b) En absence de l'amortissement, l'énergie mécanique se conserve.

$$\text{donc: } \frac{dE_m}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = \frac{1}{2}M.(2.\dot{z}.\ddot{z}) + 0 + \frac{1}{2}K.(2.z.\dot{z}) = 0 \Rightarrow M.\ddot{z} + K.z = 0$$

c'est l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie de S,

2) Etude du mouvement dans le cas de l'existence du frottement ; dans ce cas il n'ya pas de conservation de l'énergie mécanique.

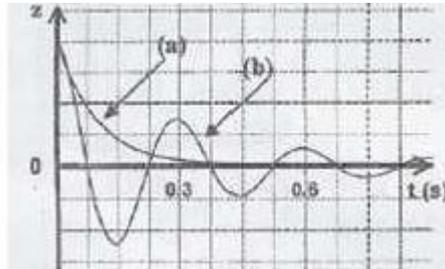
$$\frac{dE_m}{dt} = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (2 \cdot \dot{z} \cdot \ddot{z}) + 0 + \frac{1}{2} \cdot K \cdot (2 \cdot z \cdot \dot{z}) = \dot{z} \cdot (M \cdot \ddot{z} + K \cdot z)$$

D'après **les données on a** : l'équation différentielle vérifiée par l'ordonnée  $z$  :  $M \cdot \ddot{z} + h \cdot \dot{z} + K \cdot z = 0 \Rightarrow M \cdot \ddot{z} + K \cdot z = -h \cdot \dot{z}$

Donc :  $\frac{dE_m}{dt} = \dot{z} \cdot (M \cdot \ddot{z} + K \cdot z) = -h \cdot \dot{z}^2 \Rightarrow \frac{dE_m}{dt} < 0$  **Donc l'énergie mécanique du système diminue en fonction du temps**

2-2- Le coefficient de frottement :  $h_2 > h_1$

La voiture qui offre plus de sécurité au conducteur est la voiture n° 2 qui correspond à la courbe (a) pour laquelle l'amortissement est plus fort (régime apériodique).



**SBIRO Abdelkrim** Pour toute observation contactez-moi  
sbiabdou@yahoo.fr

[www.coursdusoirpc.com](http://www.coursdusoirpc.com)