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

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

C:RS30

7	المعامل:	الفيزياء والكيمياء	المـــــادة:
4	مدة الإنجاز:	www.pc1.ma شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)	الشعـــب(ة) أو المسلك :

L'usage des calculatrices programmables ou d'ordinateurs n'est pas autorisé
Ce sujet comporte un exercice de chimie et trois exercices de physique :

Chimie :	• Acide lactique ; • Synthèse du zinc par électrolyse.	4,5 points 2,5 points
Physique 1 :	Réactions nucléaires;	3 points
Physique 2 :	Détermination des grandeurs caractéristiques de la bobine et du condensateur ;	5 points
Physique 3 :	Etude du mouvement d'un sportif sur un plan incliné.	5 points

Chimie (7 points) : les parties (1) et (2) sont indépendantes

Partie (1) (4,5 points) : Acide lactique

L'acide lactique est un acide organique qui joue un rôle important dans les divers processus biochimiques.

L'acide lactique de formule $CH_3CHOHCOOH$, est produit par fermentation du lactose du lait à l'aide des bactéries.

La teneur d'un lait en acide lactique est un indice de sa fraicheur.

Un lait est considéré comme frais, si la concentration massique C_m en acide lactique ne dépasse pas $1{,}8\ g.L^{-1}$.

Le but de cet exercice est de déterminer l'acidité d'un lait après quelques jours de sa conservation dans une bouteille.

Pour simplifier, on notera le couple ($CH_3CHOHCOOH/CH_3CHOHCOO^-$) par ($AH/A^-$)

Et on considère que seul l'acide lactique est responsable de l'acidité.

On donne :
- Masse molaire moléculaire de l'acide lactique : $M(C_3H_6O_3) = 90\ g.mol^{-1}$;
- Produit ionique de l'eau à 25°C : $Ke = 10^{-14}$.

1- On verse dans un bécher, un volume $V_A = 20$ mL d'une solution aqueuse (S_A) d'acide lactique de concentration molaire $C_A = 2{,}0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$, puis on y ajoute un volume $V_B = 5{,}0$ mL d'une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium $(Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)})$ de concentration molaire $C_B = 5{,}0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

La mesure du pH du mélange donne : pH = 4,0.

1-1- Ecrire l'équation modélisant la réaction ayant lieu.

1-2- Construire le tableau d'avancement de cette transformation, et déterminer la valeur de son taux d'avancement final τ. Conclure ?

1-3- Montrer que la constante pK_A du couple (acide lactique/ion lactate) s'écrit :

$$pK_A = pH + \log\left(\frac{C_A.V_A}{C_B.V_B} - 1\right)$$? Calculer la valeur de pK_A.

2- Détermination de la concentration massique C_m d'un lait :

On verse dans un bécher, un volume $V'_A = 20$ mL d'un lait (S), et on le neutralise à l'aide de la solution aqueuse précédente d'hydroxyde de sodium, en utilisant le dispositif représenté sur la figure 1. L'équivalence est atteinte lorsque le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé est $V_{BE} = 10$ mL.

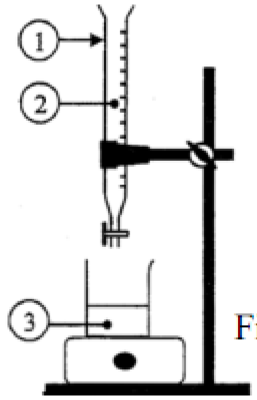


Figure 1

2-1- Donner les noms correspondants aux numéros indiqués sur le dispositif (Figure 1).

2-2- Calculer la concentration massique C_m en acide lactique dans le lait (S). Conclure.

2-3- Le pH du mélange à l'équivalence est : $pH_E = 8,0$.

a- Indiquer, parmi les indicateurs du tableau ci-contre, l'indicateur le plus convenable à ce dosage.

Indicateur coloré	Zone de virage
Rouge de méthyle	4,2 - 6,2
Rouge de phénol	6,6 - 8,4
Phénolphtaléine	8,2 - 10

b- Calculer le rapport $\frac{[A^-]}{[AH]}$ des concentrations, dans la solution obtenue à l'équivalence. Déduire l'espèce prédominante.

Partie (2) (2,5 points) : Production du Zinc par électrolyse

Plus de la moitié de la production mondiale en Zinc se réalise par électrolyse de solution de sulfate de Zinc acidifiée.

L'électrolyse est réalisée par utilisation de deux électrodes en graphite. Les deux couples intervenant dans cette électrolyse sont : $(Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)})$ et $(O_{2(g)} / H_2O_{(l)})$.

Sur l'un des électrodes se dépose du Zinc métallique, et au voisinage de l'autre électrode se dégage du dioxygène gazeux.

On donne :
- Constante de Faraday : $1\mathcal{F} = 96500$ C.mol^{-1} ;
- Masse molaire du Zinc : $M(Zn) = 65$ g.mol^{-1}.

1- Ecrire l'équation modélisant la réaction ayant lieu au voisinage de la cathode et celle ayant lieu au voisinage de l'anode.

2- En déduire l'équation globale modélisant la réaction de l'électrolyse.

3- On réalise industriellement cette électrolyse avec un courant d'intensité $I = 8.10^4$A

3-1- Calculer la masse m du métal Zinc résultante au bout de la durée de fonctionnement $\Delta t = 24$ h.

3-2- On considère une solution aqueuse de volume $V = 1,0.10^3$ L, contenant des ions $Zn^{2+}_{(aq)}$ de concentration molaire initiale $[Zn^{2+}_{(aq)}]_i = 2,0$ mol.L^{-1}. Calculer la durée $\Delta t'$ nécessaire pour que la concentration molaire effective des ions $Zn^{2+}_{(aq)}$ devienne $[Zn^{2+}_{(aq)}]_f = 0,70$ mol.L^{-1}, sachant que l'intensité du courant électrique reste la même $I = 8.10^4$A.

On suppose que le volume de la solution reste constant au cour de l'électrolyse.

Physique 1 (3 points) : Réactions nucléaires

La production d'énergie dans les réacteurs nucléaire résulte essentiellement de la fission nucléaire de l'Uranium 235, mais de cette fission, résulte des noyaux radioactifs polluants.

Des recherches actuelles visent à développer la production de l'énergie nucléaire à partir de la fusion des noyaux d'hydrogène.

On donne :
- Les masses des noyaux et particules :

	Noyaux				Particules	
	^{235}U	^{238}U	^{146}Ce	^{85}Se	Proton	Neutron
Masses (u)	234,9934	238,0003	145,8782	84,9033	**1,00728**	**1,00866**

- Masse molaire de l'Uranium 235 : $M(^{235}U)=235$ g. mol^{-1};
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02.10^{23}$ mol^{-1} , $1u = 931,5$ MeV.c^{-2}

1- Fission nucléaire :

En bombardant un noyau d'Uranium ^{235}U par un neutron, au cœur du réacteur nucléaire, il se transforme en un noyau de Cérium ^{146}Ce et un noyau de Sélénium ^{85}Se avec éjection de neutrons, selon une réaction modélisée par l'équation :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{146}_{58}Ce + ^{85}_{Z}Se + x\,^{1}_{0}n$$

1-1- Déterminer les nombre Z et x.

1-2- Calculer, en MeV, l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'Uranium ^{235}U, et en déduire l'énergie E_1, libérée par la fission d'un échantillon d'Uranium ^{235}U de masse 1 g.

1-3- Le noyau de Cérium ^{146}Ce se transforme spontanément en noyau de Praséodyme $^{146}_{59}Pr$ avec émission d'une particule β^-. Calculer la durée nécessaire pour la transformation de 99 % de noyaux ^{146}Ce , initialement présents dans un échantillon de Césium 146.

On donne : La constante radioactive du nucléide ^{146}Ce est : $\lambda = 5{,}13.10^{-2}$ min^{-1}.

2- Fusion nucléaire :

La fusion d'un noyau de Deutérium $^{2}_{1}H$ et d'un noyau de Tritium $^{3}_{1}H$, conduit à la formation d'un noyau d'Hélium $^{4}_{2}He$ et d'un neutron, selon la réaction modélisée par l'équation : $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$.

L'énergie libérée au cour de la formation de 1 g d'Hélium est : $E_2 = -\,5{,}13.10^{24}$ MeV.

Citer deux raisons pour adopter la fusion au lieu de la fission dans la production d'énergie.

Physique 2 (5 points) : Détermination des grandeurs caractéristiques de la bobine et du condensateur

Les bobines et les condensateurs sont très utilisés dans les appareils et les systèmes électriques et électroniques (jouets, montres électriques, alarmes, télécommandes…)

Le but de cet exercice est de déterminer expérimentalement les caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur récoltés à partir d'un jouet d'enfants.

On réalise les expériences suivantes :

- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ;
- Oscillations libres dans un circuit RLC série ;
- Oscillations forcées dans un circuit RLC série.

1- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension :

On réalise le circuit représenté sur la figure 1 et contenant :

- (B) :Bobine de coefficient d'inductance L et de résistance r ;
- (C) :Condensateur de capacité C ;
- (D) :Résistor de résistance R ajustable ;
- (G) :Générateur de basses fréquences (GBF) ;
- (K) :Interrupteur à deux positions (1) et (2).

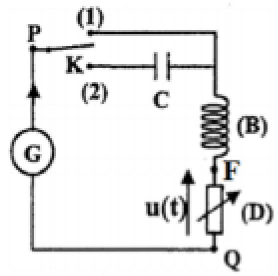


Figure 1

On fixe la résistance du résistor sur la valeur R = 200 Ω, et on bascule l'interrupteur (K) vers la position (1) à un instant choisi comme origine des dates t = 0.

Le générateur (G), applique entre les bornes du dipôle PQ constitué de la bobine (B) et du résistor (D), un échelon de tension ascendant de valeur E, puis descendant de valeur nulle. Le document de la figure 2 représente les variations de la tension u_{PQ} et la tension u aux bornes du résistor en fonction du temps.

1-1- Montrer, en justifiant votre réponse, que la courbe (2) représente les variations de la tension u en fonction du temps.

1-2- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension u au cour de l'établissement du courant dans le circuit.

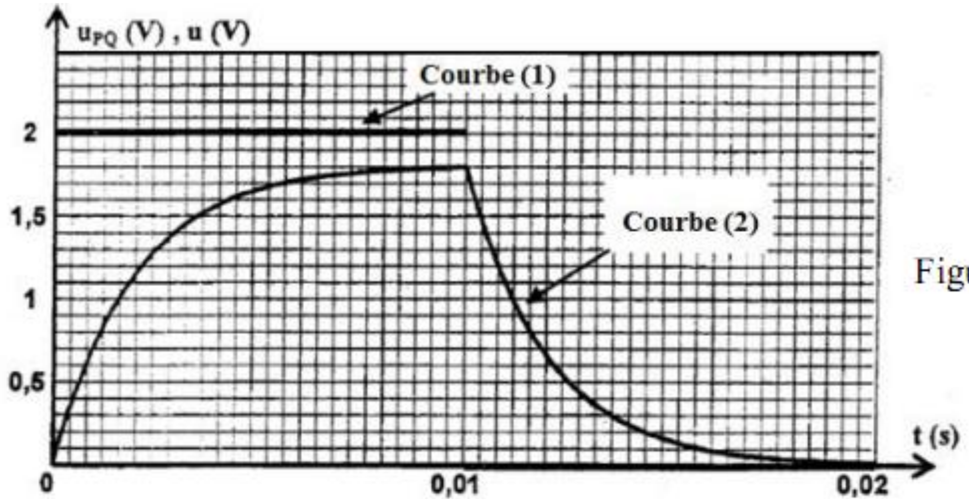


Figure 2

1-3- a- Trouver l'expression de A et celle de τ, en fonction des paramètres du circuit, pour que $u = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ soit solution de l'équation différentielle.

b- Déterminer graphiquement, à partir de la figure 2, la valeur de E, et celle de la constante de temps τ.

c- En déduire la valeur de L, sachant que r = 22,2 Ω.

1-4- Le document de la figure 3, représente les variations de la tension u aux bornes du résistor (D), et la tension u_b aux bornes de la bobine (B), en fonction du temps, dans l'intervalle de temps [0 ;10 ms].

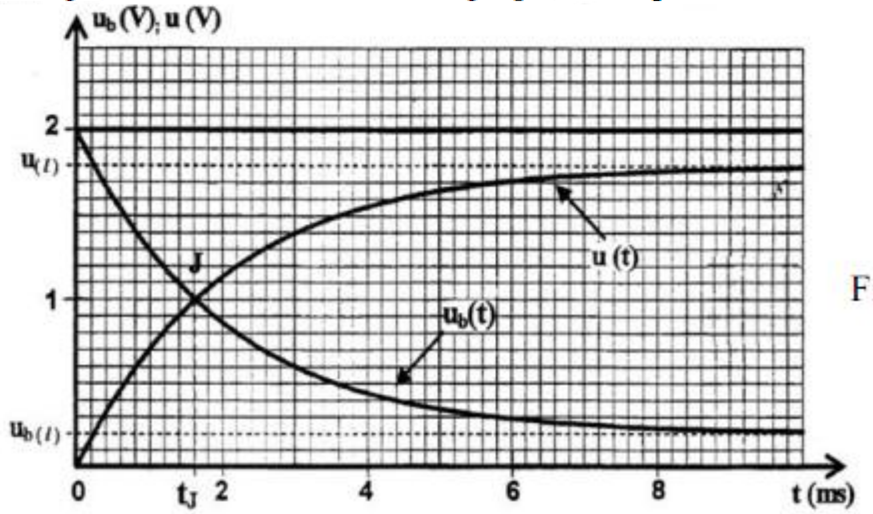


Figure 3

a- Soit $U_{b(\ell)}$, la valeur limite de la tension u_b. trouver la relation entre $U_{b(\ell)}$, E , r et R .

b- Les deux courbes u(t) et u_b(t) , se coupent en un point J à l'instant t_J .

montrer que : $L = \dfrac{R + r}{\mathrm{Ln}\left(\dfrac{2.R}{R - r}\right)} \cdot t_J$ et s'assurer de la valeur de L précédemment calculée.

2- Oscillations libres dans un circuit RLC série :

- On fixe la valeur de la résistance du résistor sur la valeur R = 20 Ω,
- On bascule l'interrupteur (K) vers la position (2), à un instant choisi comme nouvelle origine des dates t = 0.
- On visualise sur l'écran d'un oscilloscope les graphes représentés sur le document de la figure 4.

Ces graphes traduisent les variations de : • La tension u aux bornes du résistor (D) sur la voie Y_1 ;

• La tension aux bornes du générateur (G) sur la voie Y_2.

2-1- Trouver, à l'aide de l'oscillogramme, la valeur de la capacité C du condensateur (C), en assimilant la valeur de la pseudo-période de l'oscillateur à la valeur de sa période propre.

2-2- Calculer la variation ΔE de l'énergie du circuit entre les instant : $t_1 = \dfrac{T}{4}$ et $t_2 = \dfrac{5T}{4}$.

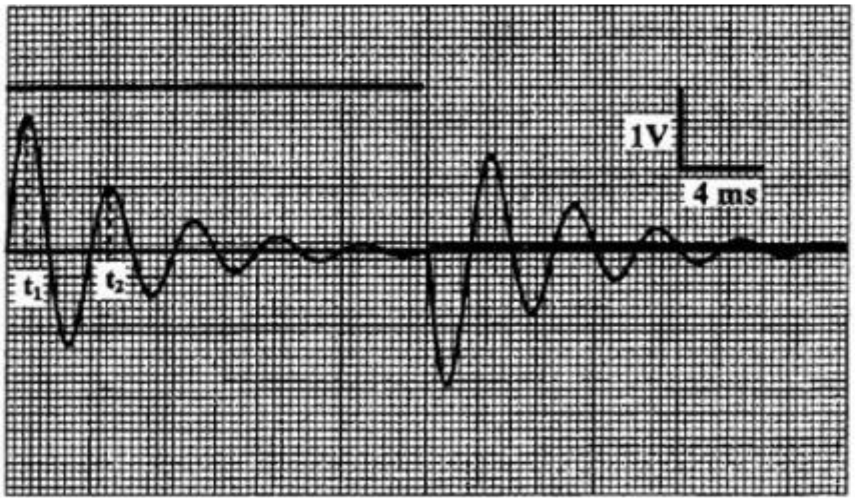


Figure 4

3- Oscillations forcées dans un circuit RLC série :

On fixe à nouveau la valeur de la résistance du résistor sur la valeur R = 100 Ω.

On bascule l'interrupteur à la position (2), et on applique à l'aide du générateur (G), entre les bornes P et Q, une tension alternative sinusoïdale $u(t)=U\sqrt{2}\cos(2\pi N t+\varphi)$ de fréquence ajustable.

Le circuit est ainsi traversé par un courant d'intensité instantanée $i(t)=I\sqrt{2}\cos(2\pi N t)$.

On mesure les valeurs des tensions efficaces suivantes :

- U_1 : entre les bornes du dipôle PF constitué de la bobine et du condensateur précédents ;
- U_2 : entre les bornes du résistor (D).

Lorsqu'on fixe la valeur de la fréquence sur la valeur N = 216 Hz, on trouve $U_1 = U_2$.

Montrer dans ce cas que : $\tan\varphi=\pm\sqrt{\dfrac{R-r}{R+r}}$. Calculer la valeur de φ.

Physique 3 (5 points) : mouvement d'un sportif sur un plan incliné

Un sportif de masse m = 60 kg, glisse sur un plan (π) incliné d'un angle α = 12° par rapport au plan horizontal.

Le plan (π) a la forme d'un rectangle de longueur OM et de largeur ON = 20 m (Figure 1).

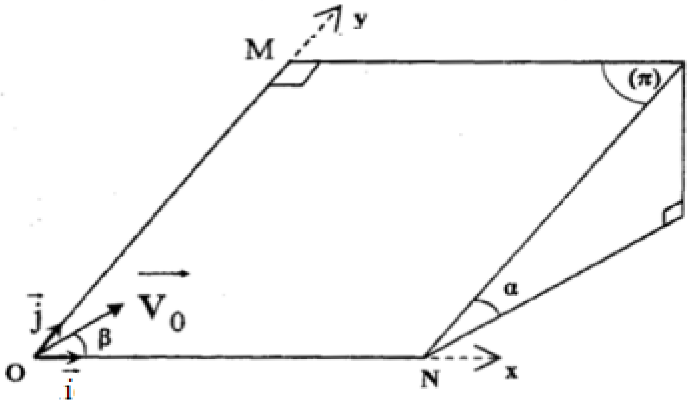


Figure 1

On modélise le sportif par un solide (S) de masse m et de centre d'inertie G.

On étudie le mouvement de G dans le repère orthonormé $(O,\vec{i},\vec{j})$: où $(O,\vec{i})$ est horizontal, et $(O,\vec{j})$ parallèle à la ligne de plus grande pente du plan (π).

On néglige tous les frottements. On prendra : $g = 9{,}80\ m.s^{-2}$.

1- Etude d'un mouvement plan sur un plan incliné :

À l'instant t = 0, le centre d'inertie G du sportif passe en O origine du repère $(O,\vec{i},\vec{j})$ avec une vitesse de vecteur $\vec{v}_0$, contenu dans le plan (π), et faisant un angle β avec l'axe $(O,\vec{i})$.

1-1- Montrer que les composantes du vecteur vitesse, à un instant t, vérifient les équations différentielles : $\dfrac{dv_x}{dt}=0$ et $\dfrac{dv_y}{dt}=-g\sin\alpha$.

1-2- Trouver l'équation de la trajectoire de G dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$.

1-3- Dans le cas où β = 60° :

a- Calculer la valeur de v_0 pour que G passe au point N.

b- Trouver les expressions des coordonnées x_S et y_S, du point S, sommet de la trajectoire de G, en fonction de v_0, α, β et g.

2- Etude d'un mouvement oscillatoire sur un plan incliné :

Le sportif tient le bout d'une corde dont l'autre extrémité est fixée au point A se trouvant au haut du plan incliné (π). Il commence à effectuer des petites oscillations autour de sa position d'équilibre AG_0 parallèle à l'axe $(O,\vec{j})$.

Pour étudier le mouvement du sportif tenant la corde, on le modélise par un pendule simple, constitué d'un solide de masse m et de centre d'inertie G, accroché à un fil inextensible, de masse négligeable, parallèle au plan (π) et de longueur ℓ = 12 m (Figure 2)

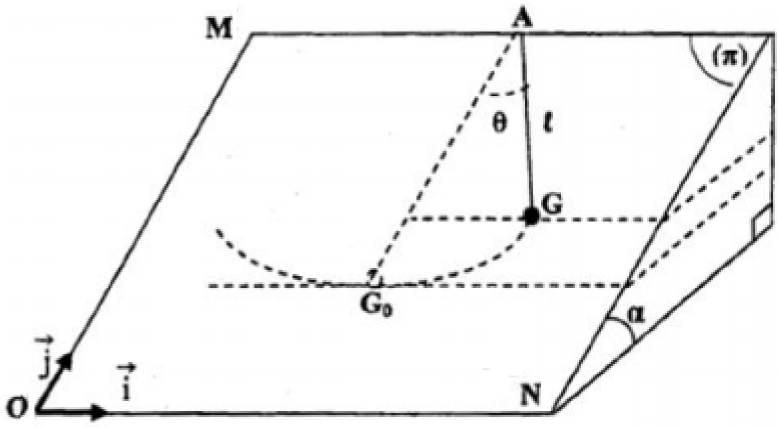


Figure 2

On repère, à chaque instant, la position de G par l'abscisse angulaire θ formé entre la corde et la droite (AG_0).

On prendra comme état de références de l'énergie potentielle de pesanteur ($E_{pp} = 0$), le plan horizontal passant par G_0.

Le moment d'inertie J_Δ par rapport à l'axe de rotation (Δ) passant par A est : $J_\Delta = m.\ell^2$

On prendra dans le cas des petites oscillations : $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ (avec θ en radians).

2-1- Montrer que l'énergie mécanique du pendule s'écrit : $E_m = \frac{1}{2} m.\ell^2 \left[\frac{g.\sin\alpha}{\ell} \cdot \theta^2 + \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 \right]$

2-2- En déduire l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse angulaire θ.

2-3- La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme :

$\theta = \theta_m .\cos\left(\frac{2.\pi}{T_0} \cdot t + \varphi \right)$ où T_0 est la période propre des oscillations du pendule.

Trouver, par utilisation de l'équation différentielle et de sa solution, l'expression de T_0 **en fonction de** g , ℓ **et** α . **Calculer la valeur de** T_0.

2-4- Calculer, au passage du centre d'inertie **G** par G_0, l'intensité de la tension $\vec{T}$ appliquée par la corde sur le solide, dans le cas où $\theta_m = 12°$

Correction

1) 1-1- Equation de la réaction du dosage: $AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$

1-2-Tableau d'avancement de la réaction

Equation de la réaction		AH	$+ \ HO^-$	$\rightarrow \ A^-$	$+ \ H_2O$
états	avancement	quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	$C_A.V_A$	$C_B.V_B$	0	0
Etat de transformation	**x**	$C_A.V_A$ -x	$C_B.V_B$ -x	**x**	**x**
Etat final	x_f	$C_A.V_A$ -x_f	$C_B.V_B$ -x_f	x_f	x_f

$x_{max} = C_A.V_A = 2.10^{-2} \times 20.10^{-3} = 4.10^{-4} mol \quad \Rightarrow \quad C_A.V_A - x_{max} = 0$ En supposant que AH est le réactif limitant on a :

$x_{max} = C_B.V_B = 5.10^{-2} \times 5.10^{-3} = 2{,}5.10^{-4} mol \quad \Rightarrow \quad C_B.V_B - x_{max} = 0$ En supposant que HO^- est le réactif limitant on a

HO^- est le réactif limitant. $x_{max} = 2{,}5.10^{-4} mol \quad \Rightarrow \quad 2{,}5.10^{-4} mol < 4.10^{-4} mol$

(1) $[HO^-]_f = \dfrac{C_B.V_B - x_f}{V_A + V_B}$ D'après le tableau d'avancement :

(2) $[HO^-]_f = \dfrac{10^{-14}}{10^{-pH}} \quad \Rightarrow \quad [HO^-]_f = \dfrac{10^{-14}}{[H_3O^+]_f}$ D'après le tableau le produit ionique de l'eau :

D'après les relations **(1)=(2)** $\Rightarrow$; donc: $C_B.V_B - x_f = 10^{pH+14}.(V_A + V_B) \quad \Rightarrow \quad \dfrac{C_B.V_B - x_f}{V_A + V_B} = 10^{pH+14}$

$x_f = C_B.V_B - 10^{pH+14}.(V_A + V_B) = 2{,}5.10^{-4} - 2{,}5.10^{-12} = 2{,}5.10^{-4} mol$

Le taux d'avancement : La réaction est totale. $\Rightarrow \quad \tau = \dfrac{x_f}{x_{max}} = 1$

1-3- La constante d'acidité du couple AH/A^-:

$K_A = \dfrac{[A^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[AH]_{éq}} \quad \Rightarrow \quad [H_3O^+]_{éq} = \dfrac{K_A[AH]_{éq}.}{[A^-]_{éq}}$, d'autre part on a : , donc: $pH = -\log[H_3O^+]_{éq}$

$pH = -\log\left(\dfrac{K_A[AH]_{éq}.}{[A^-]_{éq}}\right) \quad \Rightarrow \quad pH = -\log K_A - \log\dfrac{[AH]_{éq}}{[A^-]_{éq}}$ d'où: $pK_A = pH + \log\dfrac{[AH]_{éq}}{[A^-]_{éq}}$ (a)

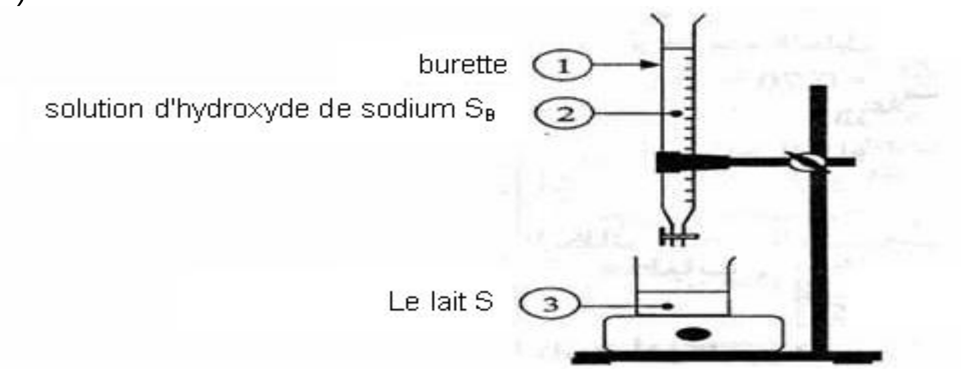
, $x_f = x_{max}$, car la réaction est totale. $[A^-]_f = \dfrac{x_f}{V_A + V_B} = \dfrac{C_B.V_B}{V_A + V_B}$ D'après le tableau d'avancement on a :

$pK_A = pH + \log\dfrac{C_A.V_A - C_B.V_B}{C_B.V_B}$, en remplaçant dans (a): $[AH]_f = \dfrac{C_A.V_A - x_f}{V_A + V_B} = \dfrac{C_A.V_A - C_B.V_B}{V_A + V_B}$

$\Rightarrow \quad pK_A = pH + \log\left(\dfrac{C_A.V_A}{C_B.V_B} - 1\right)$ **A.N:** $pK_A = 4 + \log\left(\dfrac{4.10^{-4}}{2{,}5.10^{-4}} - 1\right) \approx 3{,}78$

---

2) 2-1-



$C_A = \dfrac{C_B.V_{BE}}{V_A'} = \dfrac{5.10^{-2} \times 10.10^{-3}}{20.10^{-3}} = 0{,}025 mol/L$ $\Rightarrow$2-2- relation d'équivalence : $C_A.V_A' = C_B.V_{BE}$

la concentration massique : $C_M = C_A.M = 0{,}025 \times 90 = 2{,}25 g/L$

2,25g/L **>** 1,8g/L , le lait n'est pas frais.

2-3- a) 'indicateur coloré convenable est le rouge de phénol car sa zone de virage [6,6-8,4] englobe le pH_E=8.

$pH = pK_A + \log\dfrac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}}$ b) On a : $\Rightarrow \quad pH - pK_A = \log\dfrac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}} \quad \Rightarrow 10^{pH - pKA} = \dfrac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}}$

$\dfrac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}} = 10^{8-3{,}78} = 16{,}6.10^3 > 1 \quad \Rightarrow [A^-]_{éq} > [AH]_{éq}$, c'est l'espèce A^- qui prédomine.

Partie (2) :

1) à coté de l'anode : $2H_2O \leftrightarrows O_2 + 4H^+ + 4e^-$

à coté de la cathode : $Zn^{2+} + 2e^- \leftrightarrows Zn$

2) Le bilan: $2Zn^{2+} + 2H_2O \rightarrow 2Zn + 4H^+ + O_2$

3) 3-1- D'après la demi-équation : $Zn^{2+} + 2e^- \leftrightarrows Zn$

$\frac{m(Zn)}{M(Zn)} = \frac{I.\Delta t}{2.F}$, donc: $n(e^-) = \frac{I.\Delta t}{F}$, avec : $n(Zn) = \frac{n(e^-)}{2}$ La quantité de matière du zinc résultant :

$m(Zn) = \frac{I.\Delta t.M(Zn)}{2.F} = \frac{8.10^4 \times 24 \times 3600 \times 65}{2 \times 96500} \approx 2{,}33.10^6 g = 2{,}33.10^3 kg$ La masse du zinc résultant $\Rightarrow$

3-2- Tableau d'avancement de la réaction :

Equation de la réaction		$2Zn^{2+}$ +	$2H_2O$ →	$2Zn$ +	$4H^+$ +	O_2
états	avancement	quantité de matière (en mol)				
Etat initial	0	$n_i(Zn^{2+})$	excès	0	0	0
Etat de transformation	**x**	$n_i(Zn^{2+})-2x$	excès	**2x**	**4x**	**x**
Etat final	$\mathbf{x_f}$	$n_i(Zn^{2+})-2x_f$	excès	$\mathbf{2x_f}$	$\mathbf{4x_f}$	$\mathbf{x_f}$

$n_i(Zn^{2+})=[Zn^{2+}]_i.V= 2.10^3 mol$

nécessaire pour que la concentration molaire effective des ions Zn^{2+} devienne $[Zn^{2+}]_f=0{,}7mol/L$: $\Delta t'$ Déterminons la durée

$2.10^3 - 2x_f = 0{,}7.V \Rightarrow 0{,}7 = \frac{2.10^3 - 2x_f}{V}$,on a : $[Zn^{2+}]_f = 0{,}7 mol/L$, lorsque $[Zn^{2+}]_f = \frac{n_i(Zn^{2+}) - 2x_f}{V}$ On a:

$x_f = \frac{2.10^3 - 0{,}7 \times 10^3}{2} = 0{,}65.10^3 mol$

D'autre part , d'après la demi équation : $Zn^{2+} + 2e^- \leftrightarrows Zn$

$\frac{I.\Delta t'}{2.F} = 2.x_f$, donc: $n(e^-) = \frac{I.\Delta t'}{F}$, avec : $n(Zn) = \frac{n(e^-)}{2} = 2.x_f$ La quantité de matière du zinc résultant :

$\Rightarrow \quad \Delta t' = \frac{4.F.x_f}{I} = \frac{4 \times 96500 \times 0{,}65.10^3}{8.10^4} = 3136{,}25 s \approx 52 mn 16 s$

Physique 1 : 1- Fission nucléaire :

$^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{146}_{58}Ce + ^{85}_{Z}Se + x\,^1_0n$ **1-1-**

$\begin{cases} x = 5 \\ Z = 34 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 235+1 = 146+85+x \\ 92 = 58+Z \end{cases}$ Selon la relation de conservation de Soddy:

d'où l'équation de désintégration: $^{235}_{92}U + ^1_0n \rightarrow ^{146}_{58}Ce + ^{85}_{34}Se + 5\,^1_0n$

2-1- L'énergie libérée par la fission d'un noyau d'Uranium ^{235}U :

$E_{lib} = |\Delta E| = |[m(Ce) + m(Se) + 5m(n) - m(U) - m(n)].c^2|$

$= |[145{,}8782 + 84{,}9033 + 5 \times 1{,}00866 - (234{,}9934 + 1{,}00866)]|u.c^2$

$= |-0{,}17726u \times 931{,}5 MeV/c^2 \times c^2| \approx |-165{,}12 MeV| = 165{,}12 MeV$

L'énergie E_1 libérée par la fission d'un échantillon d'Uranium ^{235}U de masse 1g:

$E_1 = E_{lib} \times N = E_{lib} \times \frac{m}{M}.N_A = 165{,}12 \times \frac{1}{235}.6{,}02.10^{23} \approx 4{,}23.10^{23} MeV$

$^{146}_{58}Ce \rightarrow ^{146}_{59}Pr + ^{0}_{-1}e$ **1-3-** Equation de désintégration :

Lorsque **99%** de noyaux de césium se désintègrent ; le nombre de noyaux restant représentent 1% des noyaux initialement présents dan l'échantillon.

Le nombre de noyaux radioactifs restant à l'instant t :

$\frac{N_o}{100} = N_o.e^{-\lambda.t} \Rightarrow 1\%.N_o = N_o.e^{-\lambda.t} \Rightarrow N = N_o.e^{-\lambda.t}$ Selon la loi de désintégration radioactive est :

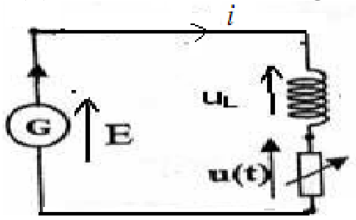
$t = 89mn46s$ d'où: $t = \frac{\ln 100}{\lambda} = \frac{\ln 100}{5{,}13.10^{-2}} = 89{,}77 mn \Rightarrow -\ln 100 = -\lambda.t \Rightarrow \frac{1}{100} = e^{-\lambda.t}$

2) les deux raisons pour adopter la fusion au lieu de la fission dans la production de l'énergie sont :
- **La première raison**: la fusion nucléaire dégage une quantité d'énergie plus grande que celle dégagée par la fission..
En effet : on a vu que la fission de 1g d'uranium ne libère que: $4{,}23.10^{23}$MeV.
alors que la fusion de 1g d'uranium libère : $5{,}15.10^{24}$MeV
- **La deuxième raison** est donnée dans l'énoncé**:** Contrairement à la fission, la fusion nucléaire n'est pas accompagnée de noyaux radioactifs polluants.

Physique 2 :

1)1-1- la courbe (2) représente la tension u car u=R.i (loi d'ohm) , et i=f(t) , intensité du courant dans le circuit est une fonction continue.

1-2-En fermant l'interrupteur dans la position (1) on obtient le montage suivant:



En appliquant la loi d'additivité des tensions on a:

$$u + u_L = E \quad \Rightarrow \quad u + r.i + L.\frac{di}{dt} = E \qquad \left(\text{on a : } u = R.i \quad \text{donc : } i = \frac{u_R}{R} \quad \text{et : } \frac{di}{dt} = \frac{1}{R}.\frac{du}{dt}\right)$$

$$\Rightarrow \quad u + \frac{r}{R}.u + \frac{L}{R}.\frac{du}{dt} = E \quad \Rightarrow \quad u(1+\frac{r}{R}) + \frac{L}{R}.\frac{du}{dt} = E \qquad \text{donc : } u(\frac{R+r}{R}) + \frac{L}{R}.\frac{du}{dt} = E$$

$$\Rightarrow \quad u(R+r) + L.\frac{du}{dt} = R.E \quad \Rightarrow \quad \frac{L}{R+r}.\frac{du}{dt} + u = \frac{R.E}{R+r}$$

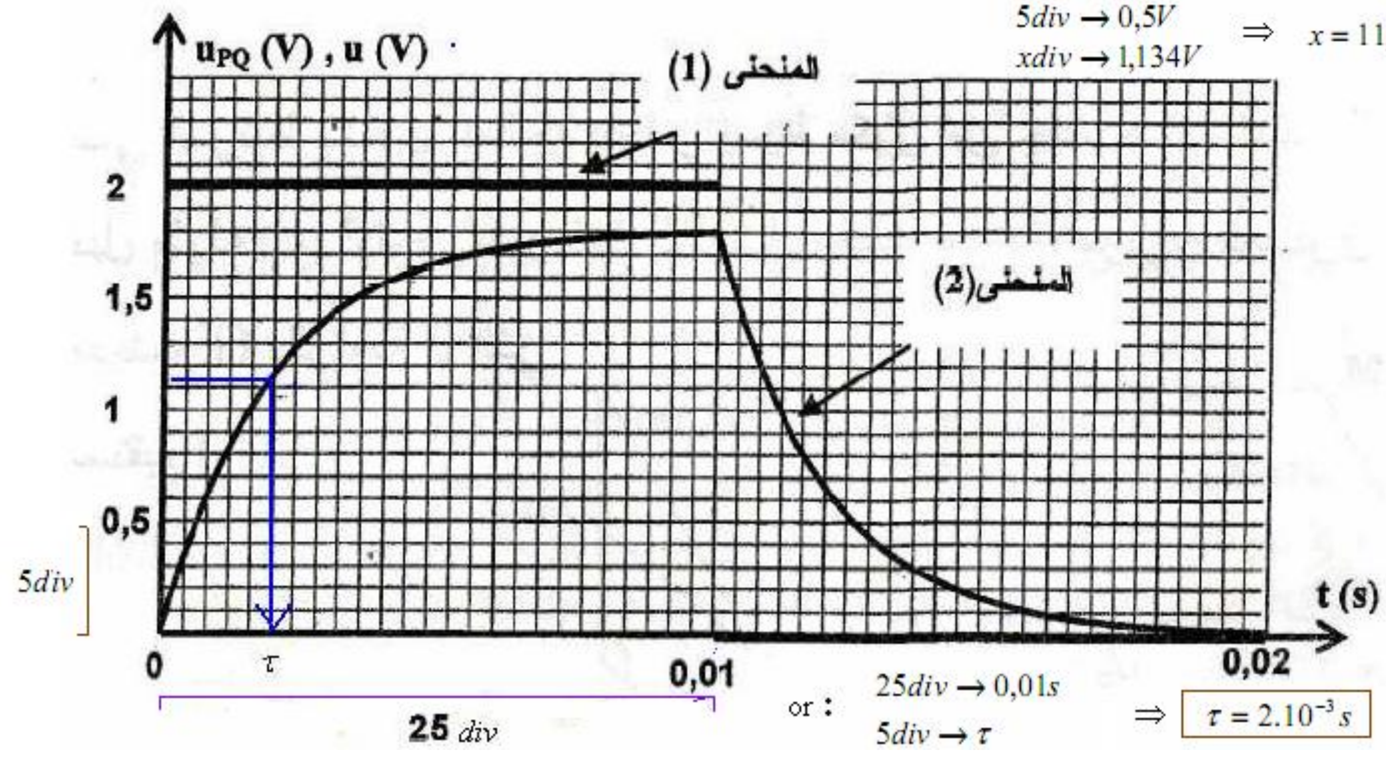
1-3- a) $u = A(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) = A - A.e^{-\frac{t}{\tau}}$ donc : $\frac{du}{dt} = \frac{A}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}}$, en remplaçant dans l'équation différentielle

$$\frac{L}{(R+r)}.\frac{A}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}} + A - Ae^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{R.E}{R+r} \quad \Rightarrow \quad Ae^{-\frac{t}{\tau}}\left[\frac{L}{\tau(R+r)} - 1\right] + A = \frac{R.E}{R+r} \qquad \text{donc : } \begin{cases} A = \frac{RE}{R+r} \\ \frac{L}{\tau(R+r)} - 1 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \quad A = \frac{R.E}{R+r} \qquad \text{et : } \tau = \frac{L}{R+r} \qquad \text{donc : } \boxed{u = \frac{R.E}{R+r}(1-e^{-\frac{t}{\tau}})}$$

b) La courbe (1) représente u_{PQ} , qui est la tension entre les bornes du générateur , donc : E= 2V.
$\tau = 2.10^{-3}s \quad \Rightarrow \quad 5\tau$ D'après la courbe (2) la durée du régime permanent est 0,01 qui égale à :
$u(t=\tau) = 0{,}63.U_{\lim} = 0{,}63 \times 1{,}8 = 1{,}134V$ on a : $t = \tau$ Autre méthode : :à l'instant :

$\begin{matrix} 5div \rightarrow 0{,}5V \\ xdiv \rightarrow 1{,}134V \end{matrix} \quad \Rightarrow \quad x = 11{,}34div$



or : $\begin{matrix} 25div \rightarrow 0{,}01s \\ 5div \rightarrow \tau \end{matrix} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\tau = 2.10^{-3}s}$

$\boxed{L \approx 0{,}44H}$ $\Rightarrow$ $L = (R+r).\tau = (200+22{,}2)\times 2.10^{-3} = 0{,}444\,H$ $\Rightarrow$ $\tau = \dfrac{L}{R+r}$ b)

$u_\ell + u_{b(\ell)} = E$ 1-4-a) En régime permanent la loi d'additivité des tensions s'écrit :

En régime permanent : $\boxed{u_{b(\ell)} = E - \dfrac{R.E}{R+r} = \dfrac{r.E}{R+r}}$ $\Rightarrow$ $u_\ell = \dfrac{R.E}{R+r}$, l'équation différentielle devient : $\dfrac{du}{dt} = 0$

$u_b = r.i + L.\dfrac{di}{dt}$ <u>Autre méthode</u> :

$\dfrac{di}{dt} = \dfrac{E}{\tau(R+r)} e^{-\frac{t}{\tau}} = \dfrac{E}{L}.e^{-\frac{t}{\tau}}$ et: $i = \dfrac{E}{R+r}.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ $\Rightarrow$ $u = R.i = \dfrac{R.E}{R+r}.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ D'autre part on a :

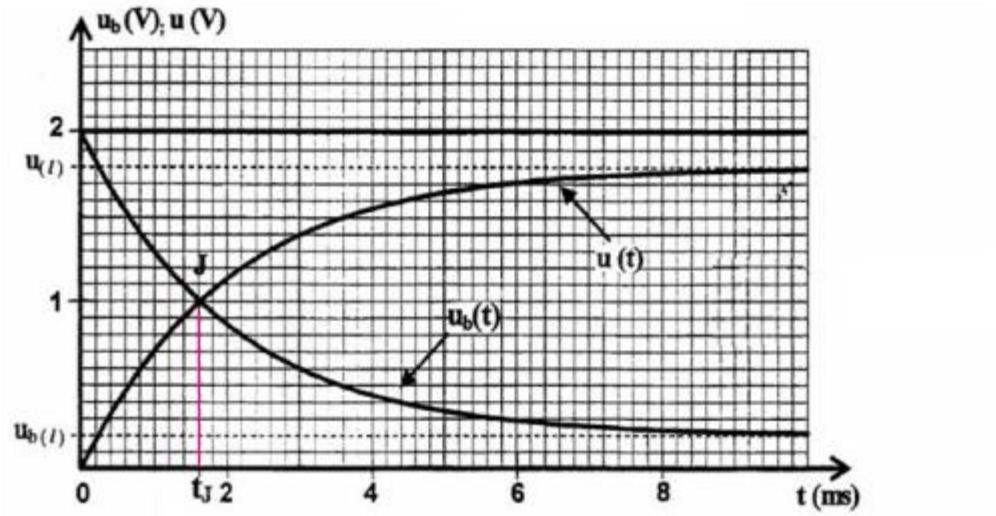
$u_b = \dfrac{r.E}{R+r}.\left(1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right) + E.e^{-\frac{t}{\tau}} = \dfrac{r.E}{R+r} + E.e^{-\frac{t}{\tau}}\left(1-\dfrac{r}{R+r}\right) = \dfrac{r.E}{R+r} + \dfrac{E.R}{R+r}.e^{-\frac{t}{\tau}}$ En remplaçant dans u_b :

$\boxed{u_{b(\ell)} = \dfrac{r.E}{R+r}}$ et : $e^{-t} \to 0$ le régime permanent est établit, $t \to +\infty$ Lorsque :

$\dfrac{2E.R}{R+r}.e^{-\frac{tJ}{\tau}} = \dfrac{R.E}{R+r} - \dfrac{r.E}{R+r}$ $\Rightarrow$ $\dfrac{r.E}{R+r} + \dfrac{E.R}{R+r}.e^{-\frac{tJ}{\tau}} = \dfrac{R.E}{R+r}.(1-e^{-\frac{tJ}{\tau}})$ $\Rightarrow$ $u_b = u$ b) A l'instant t=t_J ; on a :

$\Rightarrow$ $\dfrac{2E.R}{R+r}.e^{-\frac{tJ}{\tau}} = \dfrac{(R.-r)E}{R+r}$ $\Rightarrow$ $2.R.e^{-\frac{tJ}{\tau}} = R-r$ $e^{-\frac{tJ}{\tau}} = \dfrac{R-r}{2.R}$ d'où: $\Rightarrow$ $-\dfrac{t_J}{\tau} = \ln\left(\dfrac{R-r}{2.R}\right)$

$\Rightarrow$ $L = \dfrac{222{,}2}{\ln\left[\dfrac{400}{200-22{,}2}\right]}\times 1{,}6.10^{-3} \approx 0{,}44H$ A.N: $\boxed{L = \dfrac{R+r}{\ln\left[\dfrac{2.R}{R-r}\right]}\times t_J}$ donc : $t_J = \dfrac{L}{R+r}.\ln\left(\dfrac{2.R}{R-r}\right)$



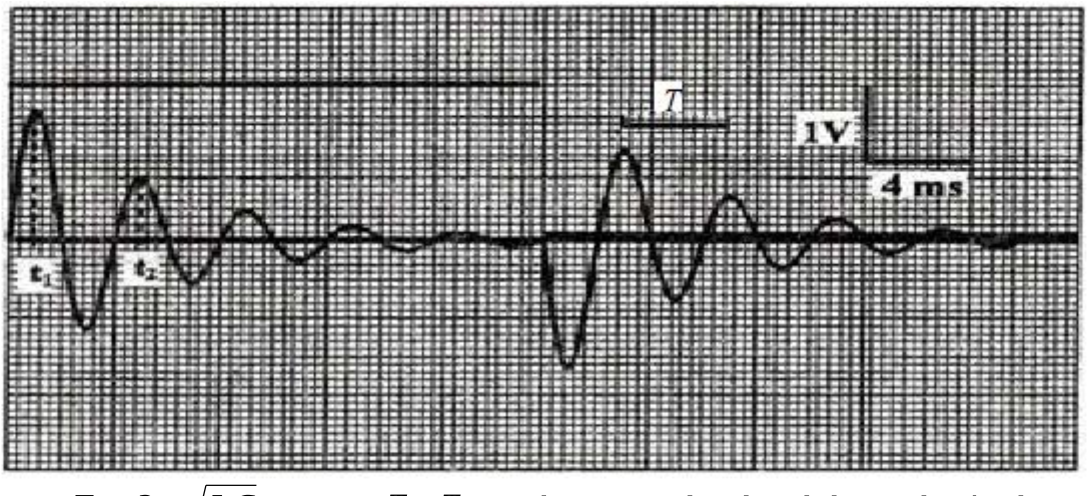
$2ms \to 10\,div$

$t_J \to 8div$

$\Rightarrow$ $t_J = 1{,}6ms = 1{,}6.10^{-3}\,s$

2- <u>Oscillations libres dans un circuit RLC série :</u>

2-1-



$T_o^{\,2} = 4.\pi^2.L.C$ $\Rightarrow$ $T_o = 2.\pi.\sqrt{L.C}$ avec : $T = T_o$ Graphiquement , la valeur de la pseudo période T=4ms et on a :

$$\Rightarrow \quad C = \frac{T_o^{\ 2}}{4.\pi^2.L.} = \frac{(4.10^{-3})^2}{4 \times 0{,}44.\pi^2} \approx 0{,}9\mu F$$

2-2- la variation ΔE de l'énergie du circuit entre les instant : $t_1 = \frac{T}{4}$ et $t_2 = \frac{5T}{4}$.

$$\Delta E = \frac{1}{2}.Li_2^{\ 2} - \frac{1}{2}.Li_1^{\ 2}$$

$$= \frac{1}{2}.L.\left(\frac{u_2}{R}\right)^2 - \frac{1}{2}.L.\left(\frac{u_1}{R}\right)^2$$

$$= \frac{L}{2.R^2}.\left[u_2^{\ 2} - u_1^{\ 2}\right]$$

$$= \frac{0{,}44}{2.\times 20^2}.\left[0{,}8^2 - 1{,}7^2\right] \approx -1{,}24.10^{-3}\,J$$

3- Oscillations forcées dans un circuit RLC série :

On a : $$tg\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R+r} \quad \textbf{(a)}$$

La tension efficace entre les bornes du conducteur ohmique : $U_2 = RI$

La tension efficace entre les bornes du dipôle constitué de la bobine et le condensateur : $U_1 = \sqrt{r^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} \times I$

On a $U_1 = U_2 \Rightarrow \sqrt{r^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} \times I = R.I \Rightarrow r^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 = R^2$

$(L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 = R^2 - r^2 \Rightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} = \pm\sqrt{R^2 - r^2}$ donc: $tg\varphi = \frac{\pm\sqrt{R^2 - r^2}}{R+r} = \pm\sqrt{\frac{R^2 - r^2}{(R+r)^2}}$

$N = 216Hz \qquad No = \frac{1}{To} = \frac{1}{4.10^{-3}} = 250Hz$

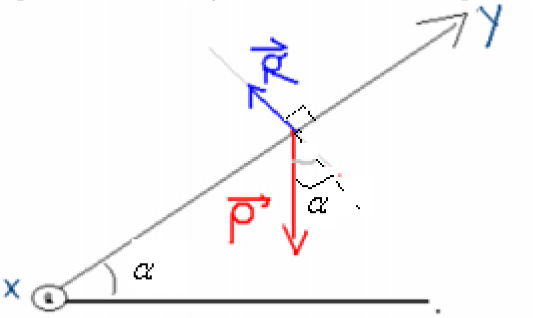
$N < No \Rightarrow \frac{\omega}{2\pi} < \frac{\omega o}{2\pi} \Rightarrow \omega < \omega_o$ donc: $\boxed{L\omega < L\omega_o}$ **(b)** à la raisonnante : $L\omega_o = \frac{1}{C\omega_o}$

La relation (b) devient : $L\omega < \frac{1}{C\omega_o} \Rightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega_o} < 0$ donc: $tg\varphi < 0 \Rightarrow \varphi < 0$

A.N $tg\varphi = -\sqrt{\frac{100 - 22{,}2}{122{,}2}} = -38{,}6° = -0{,}67rad$

Physique 3 :

Au plan de contact. $\perp$ $\vec{R}$ et à la réaction du plan $\vec{P}$ 1) 1-1-Système étudié {le corps S} soumis à l'action de son poids :

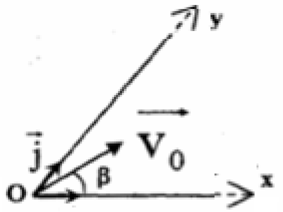


$\vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_G$ En appliquant la deuxième loi de Newton :

$\frac{dv_x}{dt} = 0$ d'où: $a_x = 0 \Rightarrow 0 = m.a_x$ En projetant sur l'axe ox :

$\frac{dv_y}{dt} = -g.\sin\alpha$ d'où: $a_y = -g.\sin\alpha \Rightarrow -P.\sin\alpha = m.a_y$ En projetant sur l'axe oy :

1-2-



à l'instant t=0 on a :

$v_{ox} = V_o . \cos\beta$

$v_{oy} = V_o . \sin\beta$

$x_o=0$ et $y_o=0$

$\frac{dv_x}{dt} = 0 \Rightarrow v_x = C^{te} = v_{ox} = V_o.\cos\beta \Rightarrow \frac{dx}{dt} = V_o.\cos\beta$ par intégration : $\boxed{x = (V_o.\cos\beta).t}$ car $x_o=0$

$\frac{dv_y}{dt} = -g.\sin\alpha \Rightarrow v_y = -g.\sin\alpha.t + v_{oy}$ d'où: $\frac{dy}{dt} = -g.(\sin\alpha).t + V_o.\sin\beta$ par intégration :

$\boxed{y = -\frac{1}{2}.(g\sin\alpha).t^2 + (V_o.\sin\beta).t}$ car $y_o=0$

Equation de la trajectoire :

On a $x = (V_o.\cos\beta).t \Rightarrow t = \frac{x}{V_o.\cos\beta}$ En remplaçant dans y on trouve l'équation de la trajectoire :

$$\boxed{y = -\frac{1}{2}(g.\sin\alpha).\frac{x^2}{V_o^2.\cos^2\beta} + x.tg\beta}$$

3-1-a) Pour : $\beta = 60^o$ et : $x=x_N = 20m$, $y_N=0$

$$-\frac{1}{2}(g.\sin\alpha).\frac{x_N^2}{V_o^2.\cos^2\beta} + x_N.tg\beta = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}(g.\sin\alpha).\frac{x_N^2}{V_o^2.\cos^2\beta} = x_N.tg\beta$$

$$\Rightarrow \sin\beta = \frac{g.\sin\alpha \times x_N}{2.V_o^2.\cos\beta} \Rightarrow \boxed{V_o = \sqrt{\frac{g.x_N\sin\alpha}{\sin 2\beta}}} = \sqrt{\frac{9,8\times 20.\sin 12}{\sin 120}} = 6,86 m/s$$

b) Au sommet S , on a : $v_y=0 \Rightarrow -g.(\sin\alpha).t_S + V_o.\sin\beta = 0 \Rightarrow g.\sin\alpha.t_S = V_o.\sin\beta$

Le temps mis pour arriver au sommet : $t_S = \frac{V_o.\sin\beta}{g.\sin\alpha} = \frac{6,86.\sin 60}{9,8.\sin 12} \approx 2,9s$

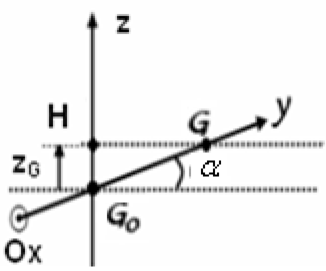
En remplaçant dans x et y on obtient x_s et y_s : $x_S = V_o.(\cos\beta).t_s = \frac{V_o^2.\cos\beta.\sin\beta}{g.\sin\alpha} = \frac{V_o^2.\sin 2\beta}{2.g.\sin\alpha}$

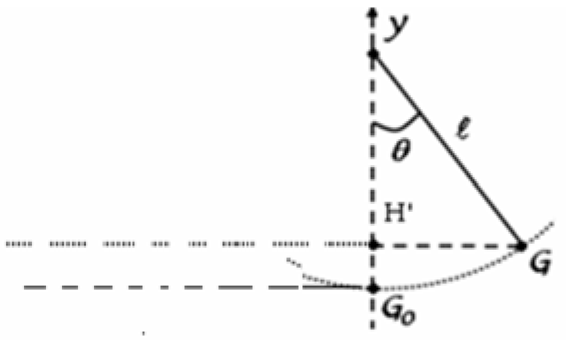
$$y_s = -\frac{1}{2}(g.\sin\alpha).\frac{V_o^2.\sin^2\beta}{g^2.\sin^2\alpha} + \frac{V_o^2\sin^2\beta}{g.\sin\alpha} = \frac{-g.\sin\alpha.V_o^2.\sin^2\beta + 2V_o^2..g\sin\alpha.\sin^2\beta}{2.g^2.\sin^2\alpha} = \frac{V_o^2..\sin^2\beta}{2.g.\sin\alpha}$$

donc : $\boxed{y_s = \frac{V_o^2..\sin^2\beta}{2.g.\sin\alpha}}$; $\boxed{x_S = \frac{V_o^2.\sin 2\beta}{2.g.\sin\alpha}}$.

2- Etude d'un mouvement oscillatoire sur un plan incliné :

2-1- L'énergie mécanique du système : $E_m=E_c+E_{PP}$,avec : Epp=m.g.z+C , en considérant l'état de référence Epp=0 pour z=0 on trouve que C=0 donc : $E_{pp}=m.g.z_G$





$\sin\alpha = \frac{z_G}{y_G} \Rightarrow z_G = y_G.\sin\alpha$ avec : $y_G = G_oH' = \ell(1-\cos\theta)$ $z_G = \ell\sin\alpha(1-\cos\theta)$ d'où:

$E_{pp} = m.g.\ell\sin\alpha.(1-\cos\theta)$ **L'énergie potentielle de pesanteur** :

Cas des petites oscillations : $\cos\theta \approx 1-\dfrac{\theta^2}{2} \Rightarrow 1-\cos\theta = \dfrac{\theta^2}{2} \Rightarrow$ $\boxed{E_{pp} = \dfrac{m.g.\ell(\sin\alpha).\theta^2}{2}}$

$E_c = \dfrac{1}{2}.m.\ell^2\left(\dfrac{d\theta}{dt}\right)^2 \Rightarrow \dot{\theta} = \dfrac{d\theta}{dt}$ **et** $.J_\Delta = m.\ell^2$ **,avec :** $E_c = \dfrac{1}{2}.J_\Delta.\dot{\theta}^2$ **L'énergie cinétique :**

Par conséquence l'énergie mécanique du pendule s'écrit : $E_m = \dfrac{1}{2}m\ell^2\left[\dfrac{g.\sin\alpha}{\ell}.\theta^2 + \left(\dfrac{d\theta}{dt}\right)^2\right]$

$\dfrac{dE_m}{dt} = 0 \Rightarrow$ 2-2- Les frottements sont négligeables , donc l'énergie mécanique du système est constante : $E_m = C_{te}$

$$\frac{1}{2}m\ell^2\left[\frac{g.\sin\alpha}{\ell}2\theta\dot{\theta} + 2\dot{\theta}\ddot{\theta}\right] = 0 \Rightarrow \frac{g.\sin\alpha}{\ell}2\theta\dot{\theta} + 2\dot{\theta}\ddot{\theta} = 0 \Rightarrow \frac{g.\sin\alpha}{\ell}.\theta + \ddot{\theta} = 0$$

D'où l'équation différentielle : $\dfrac{d^2\theta}{dt^2} + \dfrac{g.\sin\alpha}{\ell}.\theta = 0$

3-2- la solution : $\theta = \theta_m.\cos(\omega_o.t+\varphi)$ avec: $\omega_o = \dfrac{2\pi}{To}$

$\Rightarrow \dot{\theta} = -\theta_m.\omega_o \sin(\omega_o.t+\varphi)$ et: $\ddot{\theta} = -\theta_m.\omega_o^2\cos(\omega_o.t+\varphi) = -\omega_o^2.\theta$

En remplaçant dans l'équation différentielle :

$\dfrac{g.\sin\alpha}{\ell}\theta - \omega_o^2\theta. = 0 \Rightarrow \dfrac{g.\sin\alpha}{\ell}\theta = \omega_o^2\theta. \Rightarrow \omega_o^2 = \dfrac{g.\sin\alpha}{\ell}$ donc : $\omega_o = \sqrt{\dfrac{g.\sin\alpha}{\ell}}$

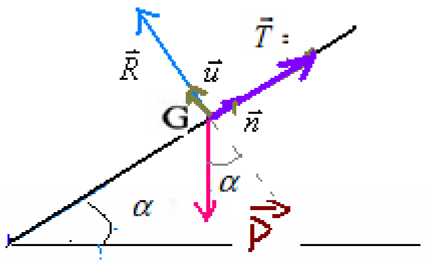
$$T_o = \frac{2\pi}{\omega o} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g.\sin\alpha}} = 2\pi\sqrt{\frac{12}{9,8\sin 12}} \approx 15,2$$

4-2-Système étudié { le sportif}

Bilan des forces: le sportif est soumis à l'action des forces suivantes:

: réaction du plan de contact . $\vec{R}$: tension de la corde . $\vec{T}$: son poids . $\vec{P}$

$\vec{P}+\vec{R}+\vec{T} = m.\vec{a}_G$ En appliquant la deuxième loi de Newton :



$-m.g.\sin\alpha - T = m.a_N \Rightarrow T = m.g.\sin\alpha + m\ell.\dot{\theta}^2$ car : $a_n = \dfrac{v^2}{R}$ avec: $v = R.\dot{\theta}$ donc : $a_n = R.\dot{\theta}^2$

$\dot{\theta} = -\theta_m.\omega_o \sin(\omega_o.t+\varphi)$

$\dot{\theta}^2 = \theta_m^2.\omega_o^2\sin^2(\omega_o.t+\varphi)$ $\quad \omega_o^2 = \dfrac{g.\sin\alpha}{\ell} \Rightarrow \dot{\theta}^2 = \dfrac{\theta_m^2.g.\sin\alpha}{\ell}\sin^2(\omega_o.t+\varphi)$

Au moment du passage par la position d'équilibre la vitesse est maximale : $\Rightarrow \sin(\omega o.t+\varphi) = 1 \Rightarrow$

$\dot{\theta}_{max}^2 = \dfrac{\theta_m^2.g.\sin\alpha}{\ell} \Rightarrow T_{max} = m.g.\sin\alpha + m\theta_m^2.g.\sin\alpha$ donc : $T = m.g.\sin\alpha(1+\theta_m^2)$

A.N: $T = 60\times.9,8.\sin 12(1+0,209^2) = 127,6N$

www.pc1.ma

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