الصفحة
1
12
Y*
*

الإمتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك الدولية
الدورة العادية 2025
– التصحيح –

LLLLLLLLLLLLLLLLLL-LLLLL

NS 30F

المملكة المغربية
ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة
ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵏ ⵓⵙⴳⵎⵉ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔ
ⴷ ⵓⵙⵙⵍⵎⴷ ⴰⵎⵣⵡⴰⵔⵓ ⴷ ⵜⵉⵏⵏⴰⵔⵜ
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

4h	مدة الانجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) - خيار فرنسية	الشعبة

Le corrigé que vous tenez entre vos mains est le résultat du travail des professeurs suivants :

Aziz Chafiki (Azemmour) • **Oussama Benchouk** (Tetouan)
Said El Omrani (LM6E) • **Mohamed El Founani** (Agadir)

*L'usage de la calculatrice scientifique **non programmable** est autorisé.*
La formule littérale doit être donnée avant l'application numérique et le résultat accompagné de son unité.
Les exercices peuvent être traités selon le choix du candidat.

Le sujet comporte cinq exercices : un exercice de chimie et quatre exercices de physique

Exercice 1 (7 points) :

- Électrolyse d'une solution de chlorure d'or.
- Étude d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium.

Exercice 2 (2 points) :

- l'écoulement silencieux de l'eau dans une conduite cylindrique.

Exercice 3 (1,5 points) :

- La désintégration du radium 226.

Exercice 4 (4,25 points) :

- Détermination de la capacité d'un condensateur et de l'inductance d'une bobine.
- Oscillation forcées dans un circuit RLC série.

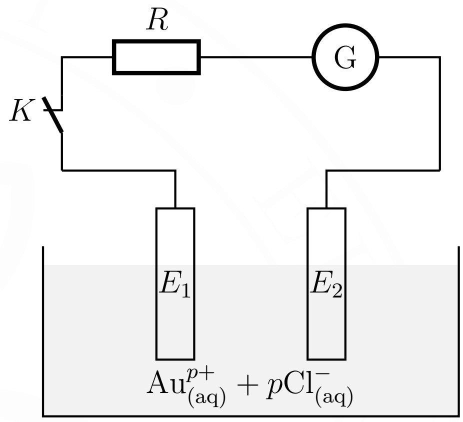
Exercice 5 (5,25 points) :

- Le saut élastique.

Chimie :

Les parties 1 et 2 sont indépendantes :

Partie 1 : Électrolyse d'une solution de chlorure d'or :



1- La proposition juste est :

c- *Lors de l'électrolyse, le courant électrique entre dans l'électrolyseur par E_1 donc l'or se dépose sur E_2.*

2- La réaction que se produit au niveau de la cathode est :

$$Au^{p+}_{(aq)} + pe^- \rightleftharpoons Au_{(s)}$$

3- On a le tableau d'avancement suivant :

Au^{p+} +	pe^- $\rightleftharpoons$	Au	$n(e^-)$
n_0		0	0
$n_0 - x$		x	px

On sait que : $m = nM$, donc :

$$m\,(Au) = n\,(Au) \times M\,(Au) = xM\,(Au)$$

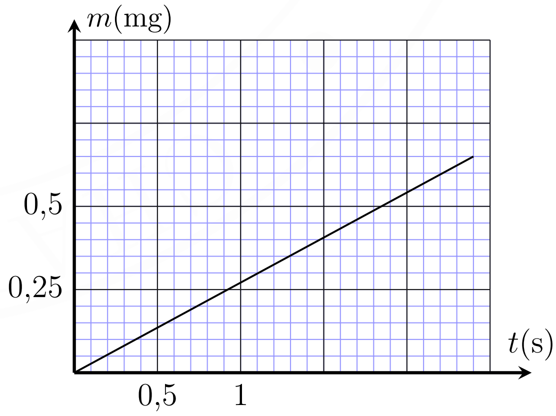
Et d'autre part :

$$n\left(e^-\right) = px = \frac{It}{\mathscr{F}} \Longleftrightarrow x = \frac{It}{p\mathscr{F}}$$

Par suite :

$$m\,(Au) = \frac{IM\,(Au)}{p\mathscr{F}}t$$

4- On sait que $m\,(Au) = f(t)$ est une fonction linéaire, c'est-à-dire $m = \alpha t$, et d'après la figure ci-contre, on peut calculer la pente :



$$\alpha = \frac{\Delta m}{\Delta t} \overset{A.N}{=} \frac{0,65 \times 10^{-3}}{2,4} \approx 2,72 \times 10^{-4} g/s$$

Par suite :

$$\alpha = \frac{IM\,(Au)}{p\mathscr{F}} \Longleftrightarrow p = \frac{IM\,(Au)}{\alpha\mathscr{F}}$$

$$\overset{A.N}{=} \frac{0,4 \times 197}{2,72 \times 10^{-4} \times 9,65 \times 10^4}$$

$$\approx 3$$

Donc le symbole de l'ion de l'or est : Au^{3+}.

Partie 2 : Étude d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium :

1-1- La réaction chimique est décrite selon le tableau d'avancement suivant :

CH_3COO^- +	H_2O $\rightleftharpoons$	CH_3COOH +	HO^-
CV	Excès	0	0
$CV - x_{eq}$	Excès	x_{eq}	x_{eq}

L'expression de la conductivité est :

$$\sigma = \lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{CH_3COO^-}[CH_3COO^-] + \lambda_{HO^-}[HO^-]$$

Et d'après le tableau d'avancement :

$$[HO^-] = \frac{x_{eq}}{V} \quad , \quad [Na^+] = C \quad \text{et} \quad [CH_3COO^-] = \frac{CV - x_{eq}}{V} = C - [HO^-]$$

Par suite :

$$\sigma = \lambda_{Na^+}C + \lambda_{CH_3COO^-}C - \lambda_{CH_3COO^-}\frac{x_{eq}}{V} + \lambda_{HO^-}\frac{x_{eq}}{V}$$

Or : $x_{eq} = \tau x_m = \tau CV$, alors :

$$\sigma - C\left(\lambda_{Na^+} + \lambda_{CH_3COO^-}\right) = \tau C\left(\lambda_{HO^-} + \lambda_{CH_3COO^-}\right)$$

Par suite :

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{\sigma - C\left(\lambda_{Na^+} + \lambda_{CH_3COO^-}\right)}{C\left(\lambda_{HO^-} + \lambda_{CH_3COO^-}\right)} \\ &\overset{\text{A.N}}{=} \frac{\sigma - 0,1 \times 10^3(5 \times 10^{-3} + 4,1 \times 10^{-3})}{10^2(19,9 \times 10^{-3} - 4,1 \times 10^{-3})} \\ \tau &= \frac{\sigma - 0,91}{1,58}\end{aligned}$$

Par application numérique on trouve : $\tau = 7,91 \times 10^{-5}$, il s'agit donc d'une réaction limitée.

1-2- Établissons l'expression de la constante pK_A du couple CH_3COOH/CH_3COO^- :
On sait que :

$$K_A = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COOH]} \quad \text{et} \quad [H_3O^+] = \frac{K_e}{[HO^-]}$$

Et d'après le tableau d'avancement :

$$[CH_3COOH] = [HO^-] = \frac{x_{eq}}{V} = \tau C$$

$$[CH_3COO^-] = \frac{CV - x_{eq}}{V} = C(1-\tau)$$

D'où :

$$K_A = \frac{C(1-\tau)K_e}{\tau^2 C^2} = \frac{(1-\tau)K_e}{\tau^2 C}$$

Par suite :

$$pK_A = -\log K_A = -\log\left(\frac{(1-\tau)K_e}{\tau^2 C}\right)$$

Donc par application numérique :

$$\mathrm{p}K_A = \log\left(\frac{\tau^2 C}{(1-\tau)K_e}\right) \overset{\text{A.N}}{=} 4,8$$

2-1- Calculons la concentration de la solution S_1 :

$$C_1 = \frac{n}{V_1} = \frac{m_1}{V_1 M(\mathrm{CH_3COONa})} \overset{\text{A.N}}{=} 0,2\mathrm{mol/L}$$

2-2- On sait d'après ce qui précède que :

$$K_A = \frac{(1-\tau_1)K_e}{\tau_1^2 C_1}$$

Or la réaction est très limitée : $1-\tau_1 \approx 1$, d'où :

$$K_A = \frac{K_e}{\tau_1^2 C_1} \Longleftrightarrow \tau_1 = \sqrt{\frac{K_e}{K_A C_1}} \overset{\text{A.N}}{=} 5,62\times 10^{-5}$$

On remarque que $\tau_1 < \tau$ et $C_1 > C$, le taux d'avancement augmente avec dilution.

3-1- L'équation de la réaction qui se produit dans S' est :

$$\mathrm{CH_3COO^-_{(aq)}} + \mathrm{H_3O^+_{(aq)}} \longrightarrow \mathrm{CH_3COOH_{(aq)}} + \mathrm{H_2O_{(l)}}$$

3-2- On a le tableau d'avancement suivant :

$\mathrm{CH_3COO^-}$ +	$\mathrm{H_3O^+}$ $\longrightarrow$	$\mathrm{CH_3COOH}$ +	$\mathrm{H_2O}$
C_0V_0	C_AV_A	0	Excès
$C_0V_0 - x_\mathrm{m}$	$C_AV_A - x_\mathrm{m}$	x_m	Excès

On remarque que $\mathrm{H_3O^+}$ ne réagit pas totalement alors $\mathrm{CH_3COO^-}$ est le réactif limitant :

$$x_m = C_0V_0 \Longleftrightarrow C_0 = \frac{x_m}{V_0} \quad \text{et} \quad n(\mathrm{H_3O^+}) = C_AV_A - x_\mathrm{m} \Longleftrightarrow x_m = C_AV_A - n(\mathrm{H_3O^+})$$

À l'équivalence $\mathrm{H_3O^+}$ est consommée totalement avec $\mathrm{HO^-}$ ajouté d'où : $n(\mathrm{H_3O^+}) = C_BV_{BE}$ alors :

$$C_0 = \frac{x_\mathrm{m}}{V_0} = \frac{C_AV_A - C_BV_{BE}}{V_0}$$

Et par suite :

$$\begin{aligned} m &= C_O V_0 M \\ &= (C_AV_A - C_BV_{BE})M \\ &\overset{\text{A.N}}{=} (0,1\times 30\times 10^{-3} - 0,1\times 12\times 10^{-3})\times 82 \\ &= 0,1476\mathrm{g} \end{aligned}$$

3-3- On sait que $m_0 = 164\mathrm{mg}$ or la masse calculée est $m = 147,6\mathrm{mg}$, donc :

$$p = \frac{m}{m_0} \approx 90\%$$

L'éthanoate de sodium dans le sachet n'est pas pur.

Exercice 02 : (Les ondes)

1-1- Calculons v_0, on sait que :

$$v_0 = \frac{L}{t_1} \overset{\text{A.N}}{=} \frac{1}{667 \times 10^{-3}} \approx 1500\text{m/s}$$

1-2- Pour la longueur d'onde λ, on a :

$$\lambda = v_0 T = \frac{v_0}{N} \overset{\text{A.N}}{=} \frac{1500}{50 \times 10^3} = 3\text{cm}$$

2-1- Trouvons l'expression du retard temporel $\tau = t_1 - t_2$:
Avec :

$$v = \frac{L}{t_2} \iff t_2 = \frac{L}{v_0 + v_e} \quad \text{et} \quad t_1 = \frac{L}{v_0}$$

Par suite :

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{L}{v_0} - \frac{L}{v_0 + v_e} \\ &= L\left(\frac{1}{v_0} - \frac{1}{v_0 + v_e}\right) \\ &= \frac{L v_e}{v_0(v_0 + v_e)} \end{aligned}$$

2-2- Calculons v_e :

$$\begin{aligned} \tau = \frac{L v_e}{v_0(v_0 + v_e)} &\iff v_e = \frac{\tau v_0(v_0 + v_e)}{L} \\ &\iff v_e = \frac{\tau v_0^2}{L - \tau v_0} \\ &\iff v_e \overset{\text{A.N}}{=} 0,63\text{m/s} \end{aligned}$$

2-3- Trouvons le diamètre de la conduite pour que v_e atteint une vitesse silencieuse, donnée par la formule empirique de Croquelois $v_s = \sqrt{0,02d}$, donc :

$$\begin{aligned} v_e = v_s &\iff 0,02d = v_e^2 \\ &\iff d = \frac{v_e^2}{0,02} \\ &\iff d \overset{\text{A.N}}{=} \frac{0,63^2}{0,02} \approx 19,9\text{mm} \end{aligned}$$

On peut prendre donc un diamètre de 20mm.

Exercice 03 : (Physique nucléaire)

1- L'équation de désintégration du radium 226 est :

$$^{226}_{88}\text{Ra} \longrightarrow {}^{A}_{Z}\text{Ra} + {}^{4}_{2}\text{He}$$

D'après la loi de Soddy :

$$\begin{cases} A = 226 - 4 = 222 \\ Z = 88 - 2 = 86 \end{cases}$$

L'équation finale est donc :

$$^{226}_{88}\text{Ra} \longrightarrow {}^{222}_{86}\text{Ra} + {}^{1}_{2}\text{He}$$

2-1- Calculons N_0 le nombre d'atome à l'instant $t = 0$:

$$N_0 = \frac{m_0}{M} N_A \overset{\text{A.N}}{=} \frac{6,02 \times 10^{23}}{226} = 2,66 \times 10^{21}$$

2-2- On sait que la loi de décroissance radioactive est donnée par :

$$N(t) = N_0 \exp(-\lambda t) \quad \text{où} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

Alors :

$$\begin{aligned} N(t) &= N_0 \exp\left(-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t\right) \\ &= N_0 \left(e^{\ln 2}\right)^{-t/t_{1/2}} \\ N(t) &= N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}} \end{aligned}$$

2-3- Calculons l'énergie libérée E pendant la durée Δt :

On sait que : $E = N_d |\Delta E|$, ainsi :

$$\begin{aligned} \Delta E &= \Delta m c^2 \\ &= \left(m(\text{Rn}) + m(\text{He}) - m(\text{Ra})\right) c^2 \\ &\overset{\text{A.N}}{=} (221,9703 + 4,0015 - 225,9770) \times 931,5 \frac{\text{MeV}}{c^2} c^2 \\ &= 4,84\text{MeV} \end{aligned}$$

Et le nombre des noyaux désintégrées est :

$$N_d = N_0 - N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{3t_{1/2}/t_{1/2}} = \frac{7}{8} N_0$$

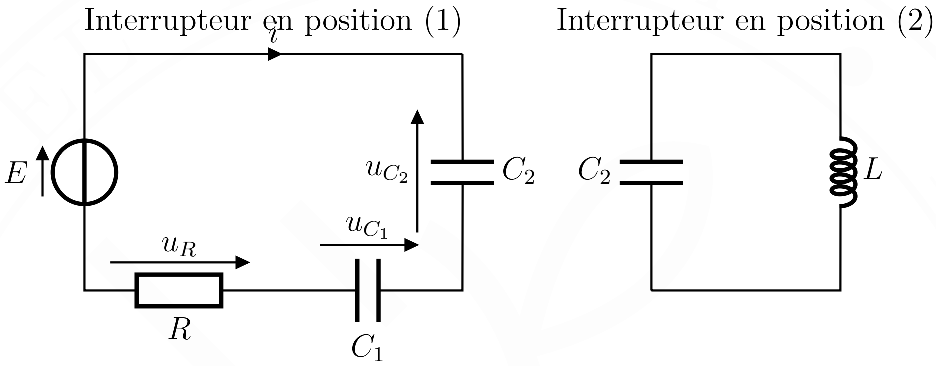
D'où :

$$E = \frac{7}{8} \times 2,66 \times 10^{21} \times 4,84 \times 1,6 \times 10^{-13} = 1,8 \times 10^{9}\text{J}$$

Exercice 04 : (Électricité)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes :

Partie 1 : Détermination de la capacité d'un condensateur et de l'inductance d'une bobine :



1-1- Cherchons l'équation différentielle :
D'après la loi d'additivité des tensions, appliquée au circuit de la figure ci-dessus :

$$u_{C_1} + u_{C_2} + u_R = E$$

Avec $q = C_1 u_{C_1} = C_2 u_{C_2}$ et $i = C_2 \dfrac{\mathrm{d}u_{C_2}}{\mathrm{d}t}$:

$$\frac{C_2}{C_1} u_{C_2} + u_{C_2} + RC_2 \frac{\mathrm{d}u_{C_2}}{\mathrm{d}t} = E$$
$$u_{C_2}\left(\frac{C_2 + C_1}{C_1}\right) + RC_2 \frac{\mathrm{d}u_{C_2}}{\mathrm{d}t} = E$$
$$\frac{\mathrm{d}u_{C_2}}{\mathrm{d}t} + \frac{C_2 + C_1}{RC_1C_2} u_{C_2} = \frac{E}{RC_2}$$

Puisque les deux condensateurs sont en série d'où : $C_e = \dfrac{C_1C_2}{C_2 + C_1}$, l'équation différentielle devient :

$$\frac{\mathrm{d}u_{C_2}}{\mathrm{d}t} + \frac{u_{C_2}}{RC_e} = \frac{E}{RC_2}$$

1-2- Cherchons l'expression de A et de τ tel que :

$$u_{C_2} = A\left(1 - e^{-t/\tau}\right) \Longrightarrow \frac{\mathrm{d}u_{C_2}}{\mathrm{d}t} = \frac{A}{\tau} e^{-t/\tau}$$

En remplaçant dans l'équation différentielle, on trouve :

$$\frac{A}{\tau} e^{-t/\tau} + \frac{A}{RC_e} - \frac{A}{RC_e} e^{-t/\tau} = \frac{E}{RC_2}$$
$$Ae^{-t/\tau}\left(\frac{1}{\tau} - \frac{1}{RC_e}\right) + \frac{A}{RC_e} = \frac{E}{RC_2}$$

Par identification :

$$\frac{1}{\tau} - \frac{1}{RC_e} = 0 \Longleftrightarrow \tau = RC_e$$
$$\frac{A}{RC_e} = \frac{E}{RC_2} \Longleftrightarrow A = \frac{EC_e}{C_2} = \frac{EC_1}{C_1 + C_2}$$

Par suite :

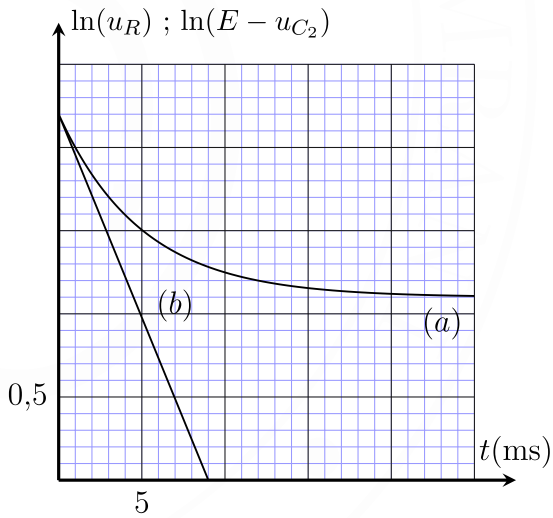
$$u_{C_2} = \frac{EC_1}{C_1 + C_2}\left[1 - \exp\left(-\frac{t}{RC_e}\right)\right]$$

1-3- Déterminons l'expression de $u_R = Ri$:

$$\begin{aligned} u_R &= RC_2 \frac{\mathrm{d}u_{C_2}}{\mathrm{d}t} \\ &= RC_2 \frac{A}{\tau} e^{-t/\tau} \\ &= \frac{RC_2 C_1}{RC_e(C_1 + C_2)} E e^{-t/\tau} \end{aligned}$$

On trouve alors $u_R = Ee^{-t/\tau}$.

1-4- On a $\ln u_R = \ln\left(Ee^{-t/\tau}\right) = \ln E - \frac{t}{\tau}$, d'où $\ln u_R$ est une fonction linéaire, donc elle correspond à la courbe (b), c'est-à-dire la courbe (a) est celle de $\ln(E - u_{C_2})$.



1-5- On observe que $\ln u_R(0) = 2,2 \Longleftrightarrow E = e^{2,2} \approx 9\text{V}$.
Et on a la pente de la droite $\ln u_R$ est $-\tau^{-1}$, donc :

$$\tau^{-1} = -\frac{\Delta \ln u_R}{\Delta t} = -\frac{2,2 - 0}{0 - 9 \times 10^{-3}} = 244,44\text{s}^{-1}$$

Donc : $\tau = 4,1\text{ms}$.
On sait d'autre part que :

$$E - u_{C_2} = E - \frac{EC_e}{C_2}\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

Par suite :

$$\ln(E - u_{C_2}) = \ln\left(\frac{C_2 E - C_e E}{C_2} + \frac{EC_e}{C_2} e^{-t/\tau}\right)$$

Lorsque $t \to \infty$, on trouve :

$$\begin{aligned} \ln(E - u_{C_2})_\infty &= \ln\left(E \frac{C_2 - C_e}{C_2}\right) \\ &= \ln\left(E\left(1 - \frac{C_1}{C_1 + C_2}\right)\right) \\ &= \ln\left(\frac{EC_2}{C_1 + C_2}\right) \\ &= 1,1 \end{aligned}$$

Alors on conclut que :

$$\frac{EC_2}{C_1+C_2} = e^{1,1} \iff e^{1,1}(C_1+C_2) = EC_2$$
$$\iff C_1 e^{1,1} = C_2(E - e^{1,1})$$
$$\iff C_1 = C_2\left(\frac{E}{e^{1,1}} - 1\right)$$

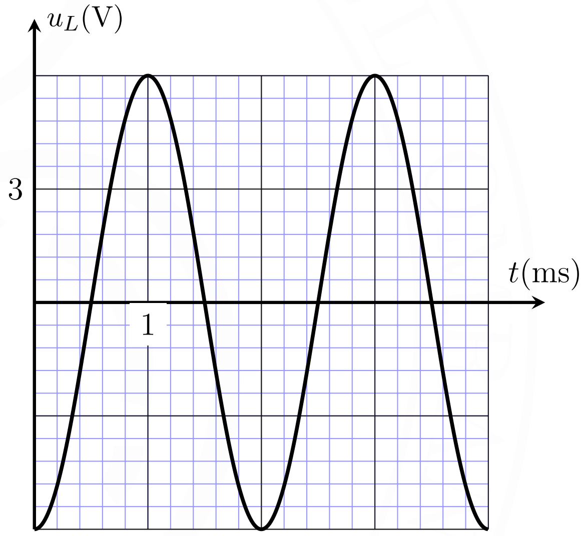
Et par application numérique on trouve : $C_1 = 4\mu\text{F}$.

2-1- D'après la loi d'additivité des tensions appliquée au circuit de la page 7 :

$$u_{C_2} + u_L = 0 \iff \frac{\mathrm{d}^2 u_L}{\mathrm{d}t^2} + \frac{\mathrm{d}^2 u_{C_2}}{\mathrm{d}t^2} = 0$$
$$\iff \frac{\mathrm{d}^2 u_L}{\mathrm{d}t^2} + \frac{1}{C_2}\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = 0$$

Or $u_L = L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$, alors l'équation différentielle est :

$$\frac{\mathrm{d}^2 u_L}{\mathrm{d}t^2} + \frac{1}{LC_2}u_L = 0$$



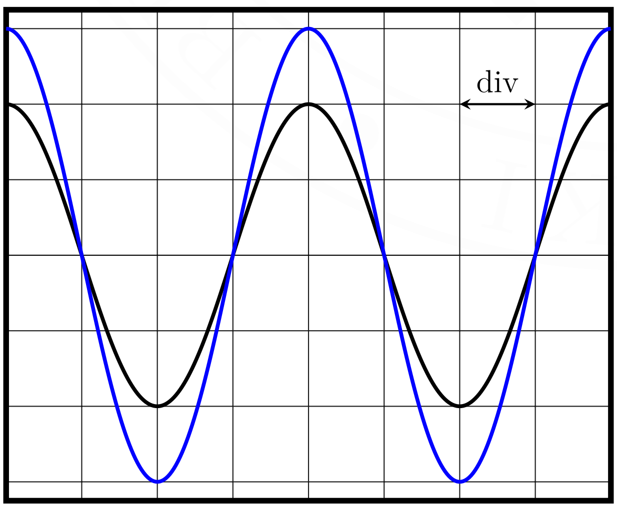
2-2- On sait que : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC_2} \iff T_0^2 = 4\pi^2 LC_2$, donc

$$L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C_2} \overset{\text{A.N}}{=} \frac{(2\times10^{-3})^2}{4\pi^2\times2\times10^{-6}} = 50\text{mH}$$

2-3- À $t = 1,5$ms on a $u_L = 0$, donc $u_{C_2} = 0$ et :

$$E(1,5) = 0\text{J}$$

Partie 2 : Oscillations forcées dans un circuit RLC série :



1- Les signaux u_R et $u(t)$ du GBF, sont en phase $\Delta\varphi = 0$, donc le circuit est en résonance.

2- On sait que $T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \iff C = \frac{T_0^2}{4\pi^2 L} \overset{\text{A.N}}{=} 0,5\mu\text{F}$.

On a $Z = \frac{U_m}{I_m}$ et en résonance : $Z = R + r$, alors :

$$r + R = \frac{U_m}{U_{R_m}/R} \iff r = R\left(\frac{U_m}{U_{R_m}} - 1\right) \overset{\text{A.N}}{=} 10\Omega$$

Exercice 05 : (Mécanique)

Partie 1 : Chute verticale du sportif :

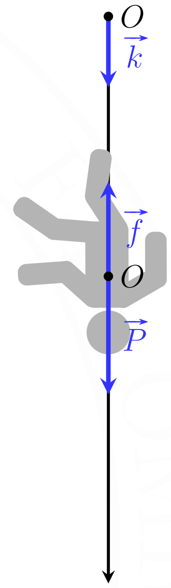
1-1- Établissons l'équation différentielle vérifiée par v :

Système étudié : {Sportif (S)}.

Bilan des forces : $\overrightarrow{P}$: Poids de (S) et $\overrightarrow{f}$: Force de frottement fluide.

Par application de la 2$^{\text{ème}}$ loi de Newton, on a : $\overrightarrow{P}+\overrightarrow{f}=m\overrightarrow{a}$

Et par projection sur $\overrightarrow{k}$, on trouve :



$$mg-f=m\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$
$$mg-\lambda v^n=m\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$
$$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}+\frac{\lambda}{m}v^n=g$$

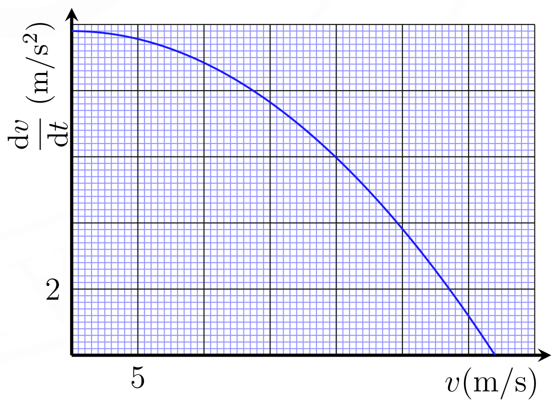
1-2- D'après l'équation différentielle qui précède :

$$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}+\frac{\lambda}{m}v^n=g \Longleftrightarrow \frac{\lambda}{m}v^n=g-\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$$
$$\Longleftrightarrow \ln\left(\frac{\lambda}{m}v^n\right)=\ln\left(g-\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)$$
$$\Longleftrightarrow \ln\left(\frac{\lambda}{m}\right)+\ln\left(v^n\right)=\ln\left(g-\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)$$

Par suite, on obtient :

$$n\ln(v)=-\ln\left(\frac{\lambda}{m}\right)+\ln\left(g-\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)\Longleftrightarrow n\ln(v)=\ln\left(\frac{m}{\lambda}\right)+\ln\left(g-\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)$$

1-3-1- En régime permanent, on sait que $\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=0$, alors graphiquement $v_l=32\mathrm{m/s}$.



1-3-2- Montrons que $n=2$, pour cela on prend 2 points de la courbe ci-contre v_1 et v_2, alors :

$$\begin{cases} n\ln v_1=\ln\dfrac{m}{\lambda}+\ln\left(g-\left.\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right|_1\right)\\ n\ln v_2=\ln\dfrac{m}{\lambda}+\ln\left(g-\left.\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right|_2\right)\end{cases}$$

Par suite :

$$n\ln v_2-n\ln v_1=\ln\left(g-\left.\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right|_2\right)-\ln\left(g-\left.\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right|_1\right)$$
$$n\overset{\text{A.N}}{=}\frac{\ln(9,8)-\ln(9,8-6)}{\ln 32-\ln 20}$$
$$n=2$$

1-3-3- D'après la question **1-2**, en régime permanent on a :

$$n\ln v_l = \ln\frac{m}{\lambda} + \ln g \Longleftrightarrow \ln\frac{m}{\lambda} = \ln\frac{v_l^n}{g}$$
$$\Longleftrightarrow \lambda = \frac{mg}{v_l^n}$$
$$\Longleftrightarrow \lambda \overset{\text{A.N}}{=} 0,67\text{Kg/m}$$

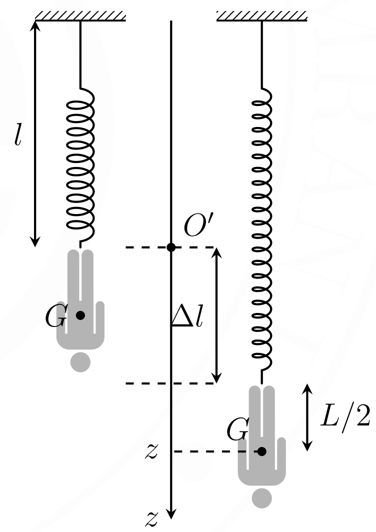
1-3-4- Déterminons la valeur de la vitesse v_2 et de a_3, par la méthode d'Euler :

$$\begin{aligned} v_2 &= a_1\Delta t + v_1 \\ &= 9,77\times 0,2 + 1,96 \\ &= 3,91\text{m/s} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} v_3 &= a_2\Delta t + v_2 \\ &= 9,67\times 0,2 + 3,91 \\ &= 5,84\text{m/s} \end{aligned}$$

Donc l'accélération est :

$$a_3 = g - \frac{\lambda}{m}v_3^2 \overset{\text{A.N}}{=} 9,8 - \frac{0,67}{70}\times 5,84^2 = 9,47\text{m/s}^2$$

Partie 2 : Étude théorique de la phase de freinage :



2-1- Établissons l'expression de l'énergie potentielle :

$$E_p = E_{pe} + E_{pp}$$

Or $E_{pe} = \frac{1}{2}k\Delta l^2 + \text{C}^{\text{te}}$, lorsque $\Delta l = 0$, alors :
$E_{pe} = 0 \Longleftrightarrow \text{C}^{\text{te}} = 0$, ainsi : $\Delta l = l - l_0 = z - L/2$, par suite :
$E_{pe} = \frac{1}{2}k\left(z - L/2\right)^2$.
D'autre part : $E_{pp} = -mgz + \text{C}^{\text{te'}}$ (Car z est dirigé vers le bas).
Lorsque $z = L/2$, alors $E_{pp} = 0 \Longleftrightarrow \text{C}^{\text{te'}} = mgL/2$, finalement : $E_{pp} = -mg\left(z - L/2\right)$.

L'expression finale de l'énergie potentielle est donc :

$$E_p = \frac{1}{2}k\left(z - \frac{L}{2}\right)^2 - mg\left(z - \frac{L}{2}\right)$$

2-2-2- D'après la loi de conservation de l'énergie mécanique, on a :$E_m(0) = E_m(\Delta l_{\max})$, c'est-à-dire :

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}k\left(z_0 - \frac{L}{2}\right)^2 - mg\left(z_0 - \frac{L}{2}\right) = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k\left(z_m - \frac{L}{2}\right)^2 - mg\left(z_m - \frac{L}{2}\right)$$

Or $z_0 = L/2$ et $d = \Delta l_{\max} = z_m - L/2$. Alors :

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kd^2 - mgd \Longleftrightarrow mv_0^2 = kd^2 - 2mgd$$

2-2-3- Cherchons l'expression de d, pour cela, on résout l'équation d'inconnu d trouvée dans la question précédente :

$$kd^2 - 2mg - mv_0^2 = 0 \quad \text{de discriminant :} \quad \Delta = 4m^2g^2 + 4kmv_0^2$$

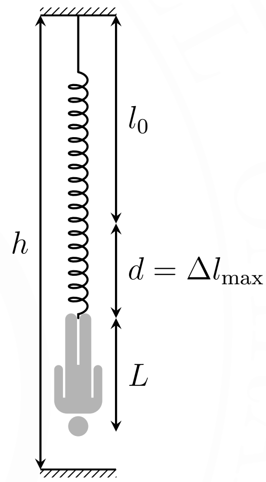
D'où :

$$d_{1,2} = \frac{2mg \pm \sqrt{4m^2g^2 + 4kmv_0^2}}{2k}$$

La solution acceptable physiquement est :

$$d = \frac{mg}{k} + \sqrt{\frac{m^2g^2}{k^2} + \frac{mv_0^2}{k}}$$

2-3- Pour que le sportif ne touche pas le sol, il faut que : $d + l_0 + L < h$, alors :



$$d_{\max} + l_0 + L = h \Longleftrightarrow d_{\max} = h - L - l_0$$
$$\Longleftrightarrow d_{\max} \overset{\text{A.N}}{=} 40,3\text{m}$$

D'où, d'après l'équation :

$$kd^2 - 2mgd - mv_0^2 = 0 \Longleftrightarrow k_{\min} = \frac{2mgd_{\min} + mv_0^2}{d_{\min}^2}$$
$$\Longleftrightarrow k_{\min} \overset{\text{A.N}}{=} 51,28\text{N/m}$$

Fin d'épreuve :

Pour toute remarque contacter nous sur :

elf12med@gmail.com