المملكة المغربية
ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

الإمتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك الدولية
الدورة العادية 2024
- التصحيح -

ssssssssssssssssssss-ssss
NS 28F

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الانجاز	3h
الشعبة	شعبة العلوم التجريبية - مسلك العلوم الفيزيائية - خيار فرنسية	المعامل	7

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.*

On donnera les expressions littérales avant de passer aux applications numériques.

Les exercices peuvent être traités selon l'ordre choisi par le candidat.

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

Exercice 1 (7 points) :

- Suivi temporel d'une transformation chimique.
- Dosage d'une solution aqueuse.

Exercice 2 (2,5 points) :

- Propagation d'un signal mécanique.

Exercice 3 (2 points) :

- Désintégration d'un radioélément.

Exercice 4 (3,5 points) :

- Décharge d'un condensateur dans un dipôle RL.
- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension.

Exercice 5 (5 points) :

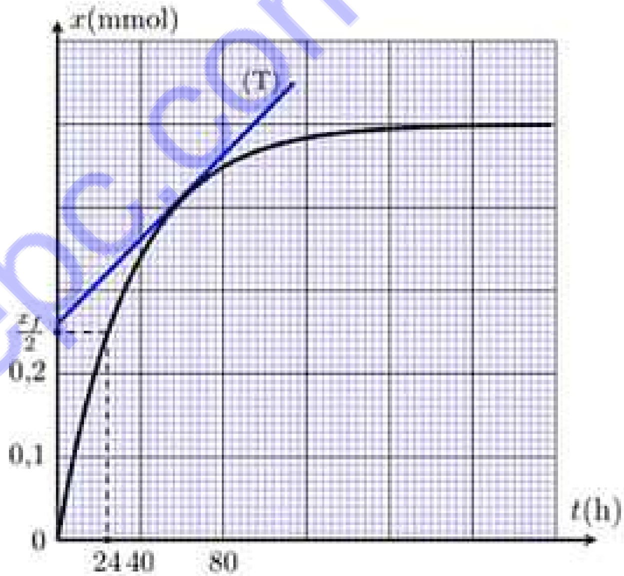
- Chute verticale d'une bille dans un liquide.
- Mouvement d'un système mécanique.

Chimie :

Partie 1 : Suivi temporel de la dégradation de la vitamine C dans un jus d'orange

1- Les affirmations :

- **a-** La concentration initiale des réactifs est un facteur cinétique : **Vrai**
- **b-** L'évolution d'un système chimique est toujours considérée comme terminée au bout d'une durée égale à deux fois le temps de demi-réaction : **Faux**
- **c-** Plus les chocs entre les espèces réactives sont nombreux et efficaces, plus la réaction chimique est rapide : **Vrai**



2- À $t = t_{1/2}$, on a : $x_{1/2} = \frac{x_f}{2} \overset{\text{A.N}}{=} 0,25\text{mmol}$. et par projection on trouve : $t_{1/2} = 24\text{h}$

3- Vitesse volumique à l'instant t_1 :

$$\begin{aligned} v &= \frac{1}{V}\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} \\ &= \frac{1}{V}\left(\frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}\right) \\ &= \frac{1}{200 \times 10^{-3}} \cdot \frac{0,32 - 0,26}{24 - 0} \\ &\overset{\text{A.N}}{=} 1,25 \times 10^{-2}\text{mmol}\,\text{L}^{-1}\,\text{h}^{-1} \end{aligned}$$

Partie 2 : Dosage d'une solution aqueuse de la vitamine C

1- Équation du dosage :

$$HA_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

2- Graphiquement on trouve : $V_{BE} = 25\text{mL}$

3- À l'équivalence :

$$\begin{aligned} C_A \cdot V_A &= C_B \cdot V_{BE} \\ C_A &= \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A} \\ &\overset{\text{A.N}}{=} 2,5 \times 10^{-2}\text{mol}\,\text{L}^{-1} \end{aligned}$$

4- Masse restante de vitamine C dans le comprimé laissé à l'air :

$$\begin{aligned} m &= n \cdot M(\text{AH}) \\ &= C_A \cdot V_{SA} \cdot M(\text{AH}) \\ &\overset{\text{A.N}}{=} 220\text{mg} \end{aligned}$$

5- Étude de la réaction :

5.1- K_A constante d'acidité est la constante d'équilibre de la réaction d'un acide AH avec l'eau.
On sait que :

$$K_A = \frac{[A^-] \cdot [H_3O^+]}{[AH]}$$
$$-\log K_A = -\log\left(\frac{[A^-] \cdot [H_3O^+]}{[AH]}\right)$$

et puisque : $pH = -\log[H_3O^+]$
On obtient :

$$\boxed{pK_A = pH + \log\frac{[AH]}{[A^-]}}$$

5.2- Avant l'équivalence :

Équation de la réaction		AH	+ HO$^-$	$\longrightarrow$ A$^-$	+ H$_2$O
État du système	Avancement	Quantités de matière en mol			
État initial	0	C_AV_A	C_BV_B	0	en excès
Avant l'équivalence	x	$C_AV_A - x$	$C_BV_B - x$	x	en excès

Le réactif limitant est HO$^-$, donc : $x = C_B \cdot V_B$.
D'après le tableau d'avancement, on a :

$$[A^-] = \frac{C_BV_B}{V_A + V_B}$$

Et :

$$[A^-] = \frac{C_BV_B}{V_A + V_B} \quad \text{et} \quad [AH] = \frac{C_AV_A - C_BV_B}{V_A + V_B} = \frac{C_B\,(V_{BE} - V_B)}{V_A + V_B}$$

Et puisque : $C_AV_A = C_BV_{BE}$, alors :

$$\frac{[AH]}{[A^-]} = \frac{C_B(V_{BE} - V_B)}{C_BV_B} = \frac{V_{BE} - V_B}{V_B} \Longrightarrow \boxed{\frac{[AH]}{[A^-]} = \frac{V_{BE}}{V_B} - 1}$$

5.3- Pour $V_B = 8,5$mL, on a d'après la courbe : pH $= 3,8$ et :

$$\frac{[AH]}{[A^-]} \overset{\text{A.N}}{=} \frac{25}{8,5} - 1 = 1,94$$

On sait d'autre part que : $pK_A = pH + \log\frac{[AH]}{[A^-]} \Longrightarrow \boxed{pK_A = 3,8 + \log 1,94 = 4,09 \simeq 4,1}$

5.4- Constante d'équilibre K associée à la réaction du dosage : HA + HO$^-$ $\longrightarrow$ A$^-$ + H$_2$O

$$K = \frac{[A^-]}{[AH] \cdot [HO^-]} \times \frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]} = \frac{K_A}{K_e} \Longrightarrow K = 10^{pK_e - pK_A} \overset{\text{A.N}}{=} 7,9 \times 10^9$$

O. Benchouk
S. El Omrani
A. Chafiki

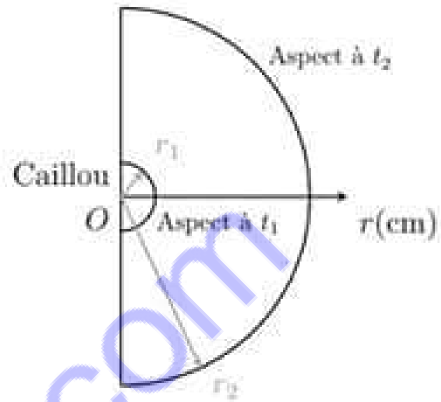
Exercice 2: Propagation d'un signal à la surface de l'eau

1- La proposition juste est: **B**

2- L'aspect de la surface de l'eau à deux instants t_1 et t_2 est donné par la figure ci-contre :

2.1- Pour la vitesse de propagation, on sait que :

$$\begin{aligned} v &= \frac{d}{\Delta t} \\ &= \frac{r_2 - r_1}{\Delta t} \\ &\overset{\text{A.N}}{=} 0,28\text{m/s} \end{aligned}$$



2.2- Pour l'instant t_2, on a :

$$v = \frac{r_2}{t_2} \Longleftrightarrow t_2 = \frac{r_2}{v} \overset{\text{A.N}}{=} 2\text{s}$$

3- On peut estimer la célérité v de l'onde qui se propage à la surface de l'eau par : $v = \sqrt{gh}$.

3.1- L'équation aux dimensions est donnée par :

$$\begin{aligned} [v] &= ([g] \times [h])^{1/2} \\ &= (\text{L} \cdot \text{T}^{-2} \cdot \text{L})^{1/2} \\ &= (\text{L}^2 \cdot \text{T}^{-2})^{1/2} \\ [v] &= \text{L} \cdot \text{T}^{-1} \end{aligned}$$

Donc la relation $v = \sqrt{gh}$ est homogène.

3.2- Calcul de h :

$$v = \sqrt{gh} \Longleftrightarrow h = \frac{v^2}{g}$$

Donc, par application numérique : $h \overset{\text{A.N}}{=} 8 \times 10^{-3}\text{m} = 8\text{mm}$.

Exercice 3: Désintégration de l'iridium 192

1- la composition du noyau d'iridium $^{192}_{77}\text{Ir}$:

- Nombre de protons $Z = 77$.
- Nombre de neutrons $N = A - Z = 115$.

2- D'après les lois de Soddy l'équation de désintégration, est donnée par :

$$^{192}_{77}\text{Ir} \longrightarrow {}^{192}_{78}\text{Pt} + {}^{0}_{-1}e + \gamma$$

Donc le type de désintégration est β^-

3- L'activité de la source à $t = 0$ est $a_0 = 1,08 \times 10^{-2}\text{Bq}$.

3.1- Calculons le nombre de noyaux d'iridium N_0 à $t = 0$, on a:

$$a_0 = N_0 \times \lambda \Longleftrightarrow N_0 = \frac{a_0}{\lambda}$$

Or : $\lambda = \ln(2)/t_{1/2}$, on aura alors :

$$N_0 = a_0 \times \frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \overset{\text{A.N}}{=} 9,96 \times 10^4$$

3.2- Calculons le nombre de noyaux d'iridium désintégrés N_d au bout de deux ans.
D'après la loi de la décroissance radioactive, on trouve :

$$N_r = N_0 \exp\left(-\lambda \Delta t\right)$$

Ainsi que :

$$N_d = N_0 - N_r$$

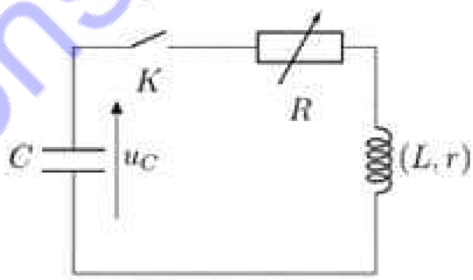
En utilisant ces deux relations, on trouve :

$$\begin{aligned} N_d &= N_0\left(1 - \exp\left(-\lambda \Delta t\right)\right) \\ &\overset{\text{A.N}}{=} 9,94 \times 10^4 \end{aligned}$$

Commentaire: les noyaux initiales est presque totalement désintégrés.

Exercice 4: Électricité

1- Décharge d'un condensateur dans un dipole RL :



1.1- l'amortissement observé des oscillations est dû à la dissipation progressive de l'énergie initiale en énergie thermique par effet joule dans les résistances du circuit.

1.2- D'après la loi des mailles appliquées dans le circuit ci-dessus :

$$\begin{aligned} u_C + u_R + u_L = 0 &\Longleftrightarrow u_C + R_0 i + ri + L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = 0 \\ &\Longleftrightarrow u_C + (R_0 + r)C\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} + LC\frac{\mathrm{d}^2 u_C}{\mathrm{d}t^2} = 0 \end{aligned}$$

1.3- On sait que $\forall t$:

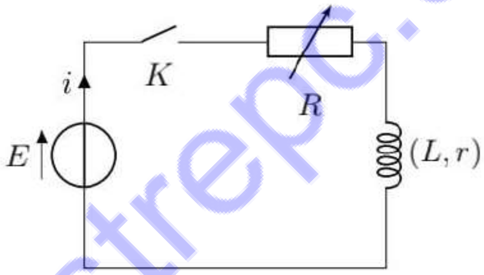
$$\begin{aligned} \mathscr{E}_T &= \mathscr{E}_e + \mathscr{E}_m \\ &= \frac{1}{2}Cu_c^2 + \frac{1}{2}Li^2 \end{aligned}$$

- À $t = t_1$ on a: $u_C(t_1) = 0 \iff \mathscr{E}_T = \frac{1}{2}Li^2_{\max}$: Donc l'énergie totale dans le circuit à l'instant t_1 est une **énergie magnétique** emmagasiné dans la bobine.
- À $t = t_2$ on a: $|u_C(t_2)| = u_{\max} \iff \mathscr{E}_T = \frac{1}{2}Cu^2_{\max}$: Donc l'énergie totale dans le circuit à l'instant t_2 est une **énergie électrique** emmagasinée dans le condensateur.

1.4- Calculons $\mathscr{E}_j$ l'énergie dissipée par effet joule entre $t = 0$ et t_2.

$$\begin{aligned}
\mathscr{E}_j &= |\Delta \mathscr{E}_t| \\
&= |\mathscr{E}_{t_2} - \mathscr{E}_{t_0}| \\
&= \left|\frac{1}{2}Cu^2_{2,max} - \frac{1}{2}Cu^2_{0,max}\right| \\
&= \left|\frac{1}{2}Cu^2_{2,max} - \frac{1}{2}Cu^2_{0,max}\right| \\
&= 1,83 \times 10^{-9}\text{J}
\end{aligned}$$

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



2.1- d'après la loi d'additivité des tensions

$$u_R + u_L = E$$
$$R_1 i + ri + L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = E$$
$$\left(\frac{R_1 + r}{L}\right) i + \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = \frac{E}{L}$$

On trouve par suite l'équation à démontrer :

$$\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = -\left(\frac{R_1 + r}{L}\right) i + \frac{E}{L}$$

2.2- La courbe de la figure ci-dessous représente les variations de $\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$ en fonction de i :

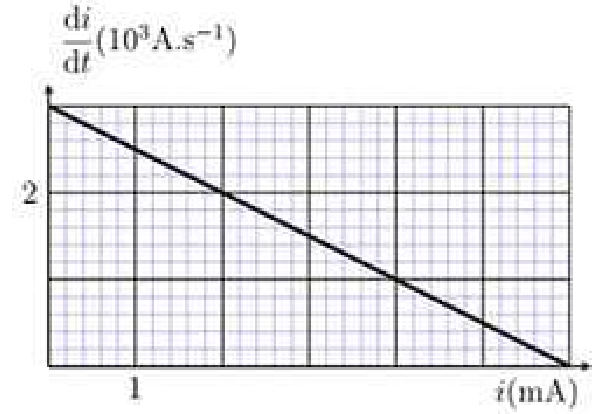
2.2.1- La courbe de la figure ci-dessous est une fonction affine qui s'écrit sous la forme : $\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = ki + b$, par analogie avec l'équation précédente :

$$b = \frac{E}{L} \qquad \text{et} \qquad k = -\left(\frac{R_1 + r}{L}\right) = -\frac{1}{\tau}$$

Donc : $L = E/b$, or graphiquement $b = 3 \times 10^3 \text{A.s}^{-1}$, par suite par application numérique on trouve : $L = 2\text{mH}$.

2.2.2- la valeur de la constante du temps τ du circuit.

$$k = -\frac{1}{\tau}$$
$$\tau = -\frac{1}{k}$$
$$= -\left(\frac{0 - 6\times 10^{-3}}{3\times 10^{3} - 0}\right)$$
$$\overset{\text{A.N}}{=} 2\mu s$$



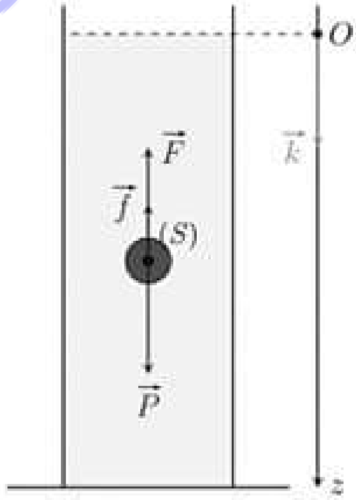
Exercice 5: Mécanique

Partie 1 : Chute verticale d'une bille dans un liquide

1- Cherchons l'équation différentielle :

Bilan des forces exercées sur la bille :

- $\vec{P}$: Le poids de la bille
- $\vec{F}$: La poussée d'Archimède
- $\vec{f}$: forces de frottements fluide



D'après la deuxième loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}$$
$$\vec{P} + \vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$$

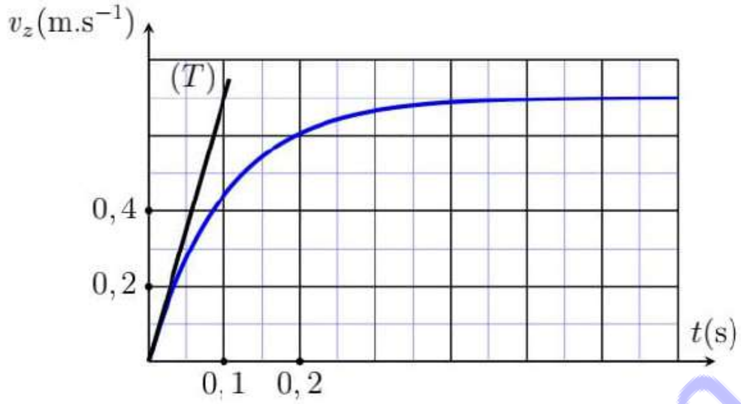
En projetant sur l'axe (Oz) :

$$P_z + f_z + F_z = ma_z$$
$$mg - \mu v_z - \rho_L V_B g = m\frac{dv_z}{dt}$$
$$g\left(m - \rho_L V_B\right) - \mu v_z = m\frac{dv_z}{dt}$$
$$\frac{dv_z}{dt} + \frac{\mu}{m}v_z = g\left(1 - \frac{\rho_L V_B}{m}\right)$$
$$\frac{dv_z}{dt} + \frac{\mu}{m}v_z = g\left(1 - \frac{\rho_L V_B}{\rho_B V_B}\right)$$
$$\frac{dv_z}{dt} + \frac{\mu}{m}v_z = g\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_B}\right)$$

On pose : $\tau = \frac{m}{\mu}$, avec :

$$\boxed{\frac{dv_z}{dt} + \frac{v_z}{\tau} = g\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_B}\right)}$$

2- On obtient par un logiciel la figure ci-dessous :



2.1- D'après le graphe ci-dessus, on a : $v_l = 0,7\mathrm{m/s}$.

2.2- De même, d'après le graphe ci-dessus, la constante du temps est : $\tau = 0,1\mathrm{s}$

2.3- L'accélération a_0 est donnée par :

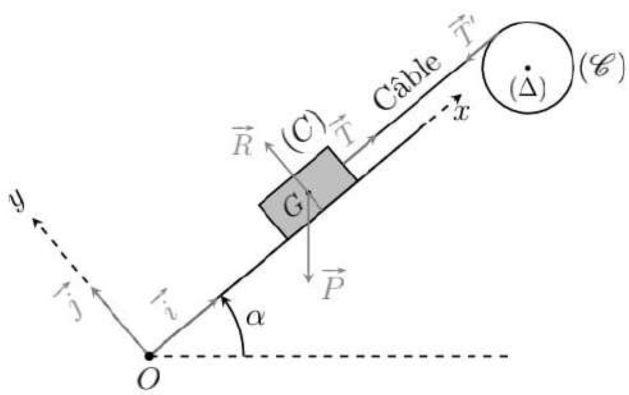
$$a_0 = \frac{v_l}{\tau} \overset{\text{A.N}}{=} 7\mathrm{m/s^2}$$

3- On sait que : $\tau = \dfrac{m}{\mu} \iff \mu = \dfrac{m}{\tau} \overset{\text{A.N}}{=} 5 \times 10^{-2}\mathrm{Kg/s}$. D'autre part l'équation différentielle à $t = 0$:

$$a_0 = g\left(1 - \frac{\rho_L}{\rho_B}\right) \iff \frac{\rho_L}{\rho_B} = 1 - \frac{a_0}{g}$$
$$\iff \rho_L = \rho_B\left(1 - \frac{a_0}{g}\right)$$
$$\iff \rho_L \overset{\text{A.N}}{=} 1,58 \times 10^3\mathrm{Kg/m^3}$$

Partie 2 : Mouvement d'un système mécanique

1- Soit le système mécanique suivant :



1.1- Puisque le fil est inextensible et de masse négligeable, alors :

$$a_G = r\ddot{\theta} = r\frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2} \overset{\text{A.N}}{=} 4\mathrm{m/s^2}$$

1.2- D'après l'équation horaire de mouvement du corps (C)

$$x(t)=\frac{1}{2}a_G t^2+v_0t+x_0$$

Et d'après l'équation horaire θ le système démarre sans vitesse initiale, donc : $v_0=0$.
Alors l'équation horaire de mouvement devient:

$$x(t)=\frac{1}{2}a_G t^2+x_0$$

La distance parcouru par le corps est donc :

$$d=x-x_0=\frac{1}{2}a_G t^2\overset{\text{A.N}}{=}8\text{m}$$

2- Cherchons l'équation qui décrit le système $\{(C),(\mathscr{C})\}$:
Bilan des forces exercées sur (C) :

- $\vec{P}$: Le poids de (C)
- $\vec{T}$: Tension de fil
- $\vec{R}$: Réaction du plan

D'après la deuxième loi de Newton :

$$\sum\vec{F}_{\text{ext}}=m\vec{a}_G$$
$$\vec{R}+\vec{T}+\vec{P}=m\vec{a}_G$$

En projetant sur l'axe (Ox) :

$$R_x+T_x+P_x=ma_x$$
$$T-mg\sin\alpha=ma_G$$

On trouve, donc :

$$T=m\left(a_G+g\sin\alpha\right)\qquad(1)$$

Bilan des forces exercées sur $(\mathscr{C})$:

- $\vec{P'}$: Le poids de $(\mathscr{C})$
- $\vec{T'}$: Tension de fil
- $\vec{R'}$: Réaction de l'axe de rotation
- Le couple moteur de moment $\mathscr{M}$

D'après la deuxième loi de Newton dans le cas de rotation :

$$\mathscr{M}_\Delta\left(\vec{P'}\right)+\mathscr{M}_\Delta\left(\vec{R'}\right)+\mathscr{M}_\Delta\left(\vec{T'}\right)+\mathscr{M}=J_\Delta\ddot{\theta}$$
$$-T'r+\mathscr{M}=J_\Delta\frac{a_G}{r}$$

Donc, on trouve finalement :

$$\mathscr{M} = J_\Delta \frac{a_G}{r} + T'r$$

Le fil est inextensible et de masse négligeable $T' = T$, en utilisant la formule (1), on trouve :

$$\begin{aligned} \mathscr{M} &= J_\Delta \frac{a_G}{r} + m(a_G + g\sin\alpha)r \\ &= \frac{a_G}{r}\left(J_\Delta + mr^2\right) + mgr\sin\alpha \\ &\overset{\text{A.N}}{=} 111,5\text{N.m} \end{aligned}$$

Fin d'épreuve :

Pour toute remarque contacter nous sur :

elf12med@gmail.com