CONCOURS ECOLE MILITAIRE DE SANTE 2018 PHYSIQUE

EXERCICE 1 (25 POINTS)

1.1. T.EC $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W_{A-B}^{\vec{P}} + W_{A-B}^{\vec{f}}$ or $v_A = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = mgl\sin\alpha - f.l \Rightarrow \boxed{\mathbf{v_B = \sqrt{2.l\left(g\sin\alpha - \frac{f}{m}\right)}}}$ 3

1.2. T.EC $\frac{1}{2}mv_M^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = W_{A-B}^{\vec{P}}$ or $W_{A-B}^{\vec{P}} = mgr[\cos\alpha - \cos(\alpha+\theta)] \Rightarrow v_M^2 = 2gr[\cos\alpha - \cos(\alpha+\theta)] + v_B^2$

$v_M^2 = 2gr[\cos\alpha - \cos(\alpha+\theta)] + 2.l\left(g\sin\alpha - \frac{f}{m}\right) \Rightarrow \boxed{\mathbf{v_M = \sqrt{2gr\left[\sin\alpha + \cos\alpha - \cos(\alpha+\theta) - \frac{f}{m.g}\right]}}}$ 3

1.3. T.CI $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a} \Rightarrow P_N + R_N = ma_N \Rightarrow mg\cos(\alpha+\theta) - R = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \boxed{\mathbf{R = mg\cos(\alpha+\theta) - \frac{mv^2}{r}}}$ 2

$v^2 = 2gr\left[\sin\alpha + \cos\alpha - \cos(\alpha+\theta) - \frac{f}{m.g}\right] \Rightarrow R = mg\cos(\alpha+\theta) - 2mg\left[\sin\alpha + \cos\alpha - \cos(\alpha+\theta) - \frac{f}{m.g}\right]$

$$\boxed{\mathbf{\Rightarrow R = mg[3\cos(\alpha+\theta) - 2(\sin\alpha + \cos\alpha)] + 2.f}}$$ 3

1.4. En C $\theta = \theta_C = 10° \Rightarrow f = \frac{R_C - mg[3\cos(\alpha+\theta) - 2(\sin\alpha + \cos\alpha)]}{2}$

$\mathbf{f = \frac{0{,}132 - 0{,}2\times10[3\cos40° - 2(\cos30° + \sin30°)]}{2} = 0{,}5\ N.}$ 2

$\boxed{\mathbf{v_M = \sqrt{2x10x1\left[\sin30 + \cos30 - \cos(40) - \frac{0{,}5}{0{,}2x10}\right]} = 2{,}65 m.s^{-1}}}$ 2

2.1. Equations horaires : $\begin{cases} x = v_D\cos40° + r\sin40° \\ y = \frac{1}{2}gt^2 - v_D\sin40°t + r\cos40° \end{cases}$ $\boxed{\begin{cases} \mathbf{x = 2{,}03t + 0{,}64} \\ \mathbf{y = 5t^2 - 1{,}70t + 0{,}77} \end{cases}}$ 3

2.2. Equation de la trajectoire : $\boxed{\mathbf{y = 1{,}21x^2 - 2{,}39x + 1{,}8}}$ 2

2.3. Coordonnées du point E :

$y_E = r = 1m \Rightarrow 1{,}21x^2 - 2{,}39x + 1{,}8 = 1$ et on trouve $x_E = 1{,}55$ m $\begin{cases} \mathbf{x_E = 1{,}55\ m} \\ \mathbf{y_E = 1m} \end{cases}$ 2

2.4. Caractéristiques de la vitesse en E $\vec{v}_E$: $\begin{cases} v_{Ex} = v_D\cos40 \\ v_{Ey} = gt - v_D\sin40 \end{cases}$ or $t_E = 0{,}45s \Rightarrow \begin{cases} v_{Ex} = 2{,}03m.s^{-1} \\ v_{Ey} = 2{,}8\ m.s^{-1} \end{cases}$

$\Rightarrow v_E = 3{,}46\ m.s^{-1}$ et $\tan\beta = \frac{v_{Ey}}{v_{Ex}} = \frac{2{,}8}{2{,}03} \Rightarrow \beta = 54°$

- Point d'application : le solide - direction : droite qui fait un angle β= 54° avec le sol. 3
- Sens : même sens que $\vec{i} + \vec{j}$. - module : v_E= 3,46 m/s.

EXERCICE 2 (25 POINTS)

2.1. Le signe de la tension U_{AC} et l'expression de la vitesse V_A : $\Delta E_{C_{C-A}} = qU_{CA}$ or $\Delta E_{C_{C-A}} > 0 \Rightarrow qU_{CA} > 0$; $q < 0 \Rightarrow U_{CA} < 0 \Rightarrow \mathbf{U_{AC} > 0}$ 1

$\frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_C^2 = qU_{CA}$ avec $v_c = 0$ on tire $\mathbf{v_A = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}}}$ **V_A= 1,03.10⁷ m/s** 2

2.2. Le sens de $\vec{E}$: $\vec{F}$ est orientée de P_2 vers P_1 or $\vec{F} = q\vec{E}$ et $q < 0 \Rightarrow \vec{F}$ et $\vec{E}$ ont des sens opposés donc : $\vec{E}$ est orientée de P_1 vers P_2 1

2

2.3. Les équations horaires : T.CI $\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow q\vec{E} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m} \Rightarrow \begin{cases} a_x = \frac{qE_x}{m} = 0 \\ a_y = \frac{qE_y}{m} = \frac{eE}{m} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \mathbf{x = v_a t} \\ \mathbf{y = \frac{eE}{2m} t^2} \end{cases}$

L'équation de la trajectoire : $\mathbf{y = \frac{eE}{2mv_A^2}x^2} = \mathbf{\frac{eU}{2md.v_A^2}x^2}$ **Nature : parabole.**

2.4. Calculer de la tension $U = U_{P1P2}$: à la sortie S on a $x_S = \ell$ et $y_S = 1,6$ cm :

$$\mathbf{y_S = \frac{eU}{2md.v_A^2}x_S^2 \Rightarrow U = \frac{2md.v_A^2}{ex_S^2}y_S} \quad \mathbf{A.N: U = \frac{2.9,1.10^{-31}.0,04.(1,03.10^7)^2.0,016}{1,6.10^{-19}.(0,103)^2} = 72,8\ V.}$$

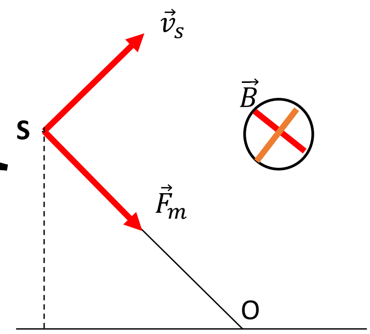
Expression de la tension U_{AS} en fonction de Y_s, d et U : $\frac{U_{P_1P_2}}{d} = \frac{U_{SA}}{y_S} \Rightarrow U_{SA} = \frac{U_{P_1P_2}}{d}.y_S \Rightarrow \mathbf{U_{AS} = -\frac{y_S}{d}.U}$

2.5. $\Delta E_{C_{A-S}} = qU_{AS} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_S^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = -eU_{AS}$ or $\frac{1}{2}mv_A^2 = e.U_0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_S^2 - e.U_0 = eU_{SA}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_S^2 = e.U_0 + eU_{SA} \Rightarrow \mathbf{V_S = \sqrt{\frac{2e}{m_e}(U_0 + U_{SA})}}$$

$U_{SA} = \frac{y_S}{d}.U = \frac{1,6\times72,8}{4} = 29,12$ V $\quad \mathbf{V_S = \sqrt{\frac{2\times1,6.10^{-19}}{9,1.10^{-31}}}(300 + 29,12) = 1,08.10^7 m.s^{-1}}$

l'angle α: $\cos\alpha = \frac{V_A}{V_S} = \frac{1,03.10^7}{1,08.10^7} \Rightarrow \mathbf{\alpha = 17,5°}$.



2.6.

2.6.1. Le sens de $\vec{B}$:

2.6.2. TCI $\vec{F}_m = m.\vec{a} \quad \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}.\vec{V}\wedge\vec{B}$

$$\vec{a} = \frac{q}{m}.\vec{V}\wedge\vec{B} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{B} \Rightarrow a_z = 0 \Rightarrow \frac{dV_z}{dt} = 0 \Rightarrow V_z = cste = (V_z)_{t=0} = 0$$

La composante de la vitesse suivant l'axe zz' est nulle : la trajectoire est dans le plan (ox,oy).

$\vec{a} = \frac{q}{m}.\vec{V}\wedge\vec{B} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{V} \Rightarrow a_t = 0 \Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow V = cste$ le mouvement est uniforme.

$$\vec{a} = \frac{q}{m}.\vec{V}\wedge\vec{B} \Rightarrow a_t = 0 \Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_N \quad a = \frac{|q|.V.B}{m} \quad et \quad a_N = \frac{V_0^2}{\rho} \Rightarrow \rho = \frac{m.V}{|q|.B} = cste$$

Le rayon de courbure étant constant donc le mouvement est circulaire. $\quad \mathbf{R = \frac{m_e v_S}{|q|B}}$

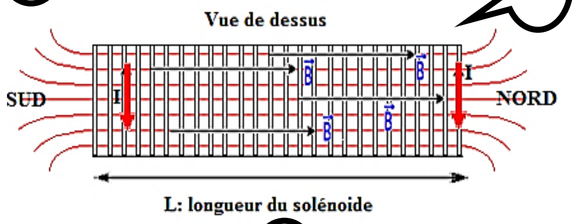
2.6.3. Calcul de R : $\cos\alpha = \frac{y_S+\frac{d}{2}}{R} \Rightarrow R = \frac{y_S+\frac{d}{2}}{\cos\alpha} \quad R = \frac{1,6+\frac{4}{2}}{\cos17,5°}$ **R = 3,77 cm.**

Déduction de B : $\mathbf{B = \frac{m_e v_S}{|q|R} = 1,66.10^{-3}\ T}$

2.6.4. Equation de la trajectoire :

$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = R^2$ or O $\begin{cases} x_0 = l + R\sin\alpha = 0,12 \text{ m} \\ y_0 = -\frac{d}{2} = -0,02 \text{ m.} \end{cases} \Rightarrow \mathbf{(x - 0,12)^2 + (y + 0,02)^2 = 1,42.10^{-3}}$

2.6.5. Les coordonnées de F : F $\begin{cases} \mathbf{x_F = x_0 + R = 15,77 \text{ cm}} \\ \mathbf{y_F = -\frac{d}{2} = -2 \text{ cm.}} \end{cases}$



<u>EXERCICE 3</u> **(15 POINTS)**

3.1.1. L'intensité du courant : $I = \frac{E_0}{R+r} = \frac{24}{6}$ **I = 4 A.**

3.1.2. Caractéristiques du champ :

Direction : parallèle à l'axe ; Sens : voir figure ;

Intensité : $\mathbf{B} = \frac{\mu_0\times N\times I}{L} = \mathbf{16,8\ mT}$

3.1.3. Calcul du flux : $\Phi = n.B.S = 50 \times 1,62.10^{-3} \times 5.10^{-4}$ $\quad \mathbf{\Phi = 4,2.10^{-4}\ Wb}$

L'inductance : $L = \frac{\Phi}{I} = \frac{4,2.10^{-4}}{4}$ $\quad \mathbf{L = 1,05.10^{-4}\ H.}$

3.2. .

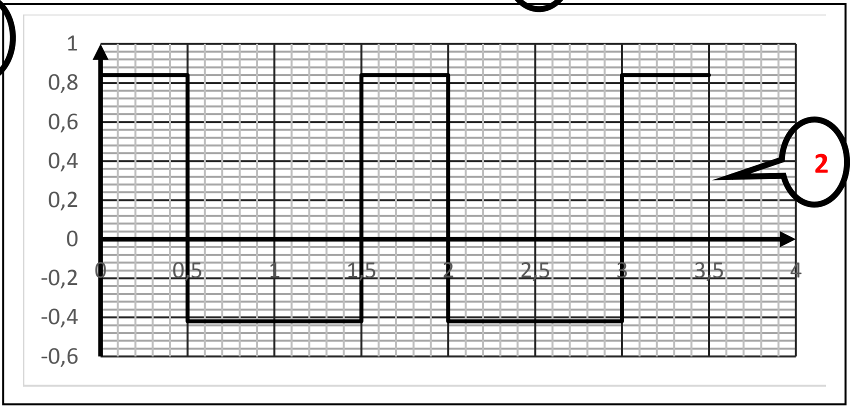
3.2.1. La bobine est le siège d'un phénomène d'induction car lorsque l'intensité i varie, le champ magnétique varie donc le flux magnétique varie à travers la bobine. Il s'en suit l'apparition de phénomène d'induction. 1

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \textbf{or} \quad \Phi = \frac{n\times\mu_0\times N\times S\times i}{L} \Rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = \frac{n\times\mu_0\times N\times S}{L}\frac{di}{dt} \Rightarrow e = -\frac{\mu_0\times n\times N\times S}{L}\frac{di}{dt}$$ 1

Intervalle de temps	$\frac{di}{dt}$	e (V)
0ms ≤ t≤ 0,5 ms	8000	-0,84
0,5 ms ≤ t≤ 1,5 ms	-4000	0,42

1

3.2.2. Représentation de U_{AC}= -e.



1

3.3. .

3.3.1. Lorsque la bobine tourne l'angle entre le champ magnétique et la normale à la surface varie donc le flux magnétique varie à travers la bobine. Il s'en suit l'apparition d'une f.e.m induite entre les bornes A et C de la bobine.

3.3.2. $e = -\frac{d\Phi}{dt}$ or $\Phi = n' \times B \times s' \times \cos\theta$ or $\theta = \omega t + \theta_0 \Rightarrow \Phi = n'Bs'\cos(\omega t + \theta_0) \Rightarrow$ 1 $\frac{d\Phi}{dt} = -\omega n'Bs'\sin(\omega t + \theta_0) \Rightarrow \; e = \omega n'Bs'\sin(\omega t + \theta_0) = e_{max}\sin(\omega t + \theta_0)$ avec $\mathbf{e_{max} = \omega n'Bs'}$.

3.3.3. La tension U_{AC}= -e $\; U_{AC} = -e_{max}\sin(\omega t + \theta_0)$ 1

3.3.4. La vitesse angulaire : $\boldsymbol{\omega} = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4\times 10.10^{-3}} = \mathbf{50\pi\ rad.s^{-1}}$. 1

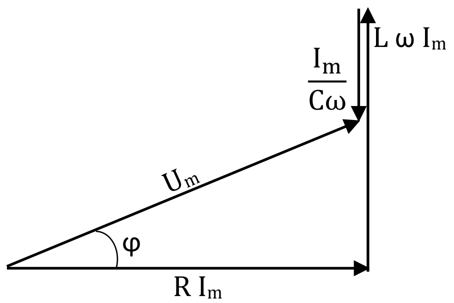
$e_{max} = \omega n'Bs' \Rightarrow \; B = \frac{e_{max}}{\omega n's'} \quad B = \frac{3\times 1}{50\pi\times 500\times 100.10^{-4}} \quad \mathbf{B = 3,82\ mT}$ 1

EXERCICE 4 (15 POINTS)

4.1 $U_G = U_R + U_L + U_C \implies U = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{q}{C}$ d'où $\boxed{u(t) = L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{q}{C}}$ 1 pt

4.2 $i = I_m\cos(\omega t)$ et $u = U_m\cos(\omega t + \phi)$

$$U_m\cos(\omega t + \phi) = R\,I_m\cos(\omega t) + L\omega\,I_m\cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{I_m}{c\omega}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$



$$U_m^2 = I_m^2\left[R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2\right] \Longrightarrow I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$$

D'où $\boxed{I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}}$ 2 pts

4.3 $I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}} \implies \frac{dI}{d\omega} = -\frac{U}{2}\frac{\left[2(L + \frac{1}{C\omega^2})(L\omega - \frac{1}{C\omega})\right]}{\left[R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2\right]^{3/2}}$; $\frac{dI}{d\omega} = 0 \Longrightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0 \implies LC\omega^2 = 1$

Ainsi $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0$; Si $\omega = \omega_0 \implies \frac{dI}{d\omega} = 0 \implies I = I_0$ (valeur maximale de I)

2 pts

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0 \ \Rightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0 \ \Rightarrow \boxed{I_0 = \frac{U}{R}}$$

4.4. On pose $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ et $Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0}$

4.4.1 $I = \frac{U}{\sqrt{R^2+(L\omega-\frac{1}{C\omega})^2}}$ $\quad x = \frac{\omega}{\omega_0} \ \Rightarrow \omega = x\omega_0$; $Q = \frac{L\omega_0}{R} \Rightarrow L = \frac{RQ}{\omega_0}$; $Q = \frac{1}{RC\omega_0} \Rightarrow C = \frac{1}{RQ\omega_0}$

$$\Rightarrow \begin{cases} L\omega = \frac{RQ}{\omega_0}x\omega_0 = R.Q.x \\ C\omega = \frac{x\omega_0}{RQ\omega_0} = \frac{x}{R.Q} \end{cases} ; \ I_0 = \frac{U}{R} \Rightarrow U = R.I_0 \ \Rightarrow \ I = \frac{R.I_0}{\sqrt{R^2+(RQx-\frac{RQ}{x})^2}}$$

$$\Rightarrow \ I = \frac{R.I_0}{\sqrt{R^2+R^2Q^2(x-\frac{1}{x})^2}} = \frac{I_0}{\sqrt{1+Q^2(x-\frac{1}{x})^2}}$$

3pts

4.4.2.1 $\begin{cases} x^2 + \frac{x}{Q} - 1 = 0 & (1) \\ x^2 - \frac{x}{Q} - 1 = 0 & (2) \end{cases}$

$(1) \Rightarrow \Delta = \frac{1}{Q^2} + 4 \ \Rightarrow$
$$\begin{cases} x_1 = \frac{-\frac{1}{Q} + \sqrt{\frac{1}{Q^2}+4}}{2} > 0 \\ x'_1 = \frac{-\frac{1}{Q} - \sqrt{\frac{1}{Q^2}+4}}{2} < 0 \end{cases}$$

$(2) \Rightarrow \Delta = \frac{1}{Q^2} + 4 \ \Rightarrow$
$$\begin{cases} x_2 = \frac{\frac{1}{Q} + \sqrt{\frac{1}{Q^2}+4}}{2} > 0 \\ x'_2 = \frac{\frac{1}{Q} - \sqrt{\frac{1}{Q^2}+4}}{2} < 0 \end{cases}$$

$$x_2 - x_1 = \frac{\frac{1}{Q}+\sqrt{\Delta}}{2} - \frac{\frac{1}{Q}-\sqrt{\Delta}}{2} = \frac{\frac{1}{Q}+\frac{1}{Q}}{2} = \frac{\frac{2}{Q}}{2} = \frac{1}{Q} \quad \Leftrightarrow \quad \boxed{x_2 - x_1 = \frac{1}{Q}}$$

$$x_1 = \frac{\omega_1}{\omega_0} \text{ et } x_2 = \frac{\omega_2}{\omega_0} \Leftrightarrow \frac{\omega_2}{\omega_0} - \frac{\omega_1}{\omega_0} = \frac{1}{Q} \ \Rightarrow \boxed{\omega_2 - \omega_1 = \frac{\omega_0}{Q}}$$

2 pts

4.4.2.2 Bande passante $F(x) = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}71$ Graphiquement on trouve $x_2 - x_1 = 1{,}6 - 0{,}6 = 1$ 1 pt

$x_2 - x_1 = \frac{1}{Q} \ \Rightarrow Q = \frac{1}{x_2 - x_1} = 1$ 0,5 pt

4.4.2.3 $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 2.10^3 rad.s^{-1}$; $Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1\times2.10^3}{2000} = 1$ 1 pt

Les deux valeurs de Q sont égales. 0,5 pt

EXERCICE 5 **(20 points)**

1

5.1. Des noyaux isotopes possèdent le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

5.2. Symbole et composition de « chlore 36 » : $^{36}_{17}Cl$ 17 protons et 19 neutrons. 2

5.3. On appelle énergie de liaison d'un noyau l'énergie que doit fournir le milieu extérieur pour séparer ce noyau au repos en ses nucléons libres au repos. 1

Calculer, en MeV, l'énergie de liaison E_{L1} d'un noyau de « chlore 36 ».

EL = $\Delta m.c^2$ $\Delta m = (Z\times m_P + (A-Z)\times m_n) - m({}^{36}_{17}Cl)$ où m_P = masse d'un proton, m_n masse d'un neutron

EL = 307 MeV. 2

5.4. Equation de la réaction : ${}^{36}_{17}\mathrm{Cl} \rightarrow {}^{36}_{18}\mathrm{Ar} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$ 1

C'est la radioactivité béta moins (β^-) car c'est un électron qui est libéré. 1

Les lois utilisées sont les lois de Soddy. 1

5.5. La demi-vie radioactive d'un échantillon de noyaux radioactifs est égale à la durée nécessaire pour que, statistiquement, la moitié des noyaux radioactifs présents dans l'échantillon se désintègrent. 1

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ or si $t = t_{\frac{1}{2}}$ on a $N = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \lambda t_{\frac{1}{2}} = \mathrm{Ln}2 \Rightarrow \mathbf{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{\mathbf{Ln2}}{\boldsymbol{\lambda}}$ 1

$\boldsymbol{\lambda} = \frac{\mathbf{Ln2}}{\mathbf{t_{\frac{1}{2}}}} = \frac{\mathrm{Ln}2}{301.10^3} = 2{,}3.10^{-6}\mathrm{an}^{-1} = 7{,}3.10^{-14}\ \mathrm{s}^{-1}$ 1

5.6. .

5.6.1. $\mathbf{n_{Cl^-}} = \frac{\mathbf{C_m V}}{\mathbf{M}} = \frac{\mathbf{13{,}5.10^{-3}\times 1{,}5}}{\mathbf{35{,}5}} = \mathbf{5{,}7.10^{-4}mol}$ 2

5.6.2. $\frac{N({}^{36}_{17}Cl)}{N(Cl)} = 7.10^{-13} \Rightarrow N({}^{36}_{17}Cl) = 7.10^{-13}.N(Cl) = 7.10^{-13} \times 5{,}7.10^{-4} \times 6{,}02.10^{23}$

$N({}^{36}_{17}Cl) = \mathbf{2{,}4.10^8\ noyaux}$ 1 1

5.6.3. $A = -\frac{dN}{dt}$ or $N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \mathbf{A} = \boldsymbol{\lambda} \mathbf{N_0 e^{-\lambda t}} = \boldsymbol{\lambda}\mathbf{N}$ $A = 7{,}3.10^{-14} \times 2{,}4.10^8$ $\mathbf{A = 1{,}75.10^{-5}\ Bq}$ 1

5.6.4. Nombre dedésintégration par jour : $\mathbf{A_J = 1{,}75.10^{-5} \times 86400 = 1{,}52}$ **désintegrations** 1

5.7. .

5.7.1. ${}^{14}_{17}C$ pour les eaux récentes et le ${}^{36}_{17}Cl$ pour les eaux anciennes. 1

5.7.2. L'âge de la nappe :

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ or $N = \frac{38}{100} N_0 \Rightarrow \frac{38}{100} N_0 = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} \mathrm{Ln}\left(\frac{100}{38}\right)$ $\mathbf{t = 4{,}21\ ans = 3{,}60.10^{13}\ s.}$ 1