5 Les grandes catégories de réactions en chimie organique:

1. a/ Cette réaction appartient à la catégorie des réactions de substitution. (0,25pt)

b/ Le chauffage à reflux permet de chauffer le mélange réactionnel sans perte de matière. (0,25pt)

2. La quantité de matière apportée par chaque réactif.

Pour l'alcool 2-méthylpropan-2-ol.

$n_{alcool} = \frac{m}{M_{alcool}}$ avec $m = \rho . V$.

avec $M_{alcool} = M(C_4H_{10}O)$

$M_{alcool} = 74 \ g \cdot mol^{-1}$

$$\boxed{n_{alcool} = \frac{\rho . V}{M_{alcool}}}$$

AN: $n_{alcool} = \frac{0{,}78 \ g.mL^{-1} \times 20}{74} = 0{,}21 \ mol$

$$\boxed{n_{alcool} = 0{,}21 \ mol}$$

Pour l'acide chlorhydrique HCl

$$\boxed{n_{HCl} = C'.V'}$$

AN $n_{HCl} = 10 \times 40.10^{-3} = 0{,}4 \ mol$

$$\boxed{n_{HCl} = 0{,}4 \ mol}$$

Le réactif limitant est l'alcool 2-méthylpropan-2-ol car $n_{alcool} < n_{HCl}$. (1pt)

3. Le rendement de la synthèse

$$\boxed{r = \frac{m_{exp}}{m_{th}} \times 100}$$

or $m_{th} = n_{th} \times M_{dérivé\ chloré}$

avec $n_{th} = n_{alcool} = 0,21\ mol$

$M_{dérivé\ chloré} = M(C_4H_9Cl) = 92,5\ g.mol^{-1}$

$m_{th} = 0,21 \times 92,5 = 19,425\ g$.

AN :
$$r = \frac{15}{19,425} \times 100 = 77,2\ \%$$

$$\boxed{r = 77,2\ \%}$$ (1pt)

4. L'alcène susceptible de se former est :

$CH_3 - C(CH_3) = CH_2$: méthylpropène (0,5pt)

Pour vérifier expérimentalement qu'il ne s'en est pas formé lors de cette synthèse, on utilise la chromatographie sur couche mince. (0,5pt)

TRANSFORMATIONS CHIMIQUES en SOLUTION AQUEUSE

1 – $CH_3-CHOH-COOH + OH^- \longrightarrow CH_3-CHOH-COO^- + H_2O$ (0,5pt)

2 – La concentration molaire C_A

Au point d'équivalence : $C_A V_A = C_B V_{BE}$

$$\boxed{C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A}}$$ avec $C_B = 0,5\ mol.L^{-1}$, $V_{BE} = 12\ mL$, $V_A = 20\ mL$

AN :
$$C_A = \frac{0,5 \times 12}{20} = 0,3\ mol.L^{-1}$$

$$\boxed{C_A = 0,3\ mol.L^{-1}}$$ (0,5pt)

Le pK_A du couple ($C_2H_5O-COOH / C_2H_5O-COO^-$)

Au point de demi-équivalence $V_B = 6\,mL$

et $pH = pK_A$ d'où $\boxed{pK_A = 3,9}$ (0,5pt)

3 - Les espèces chimiques présentes dans le mélange sont : H_3O^+ ; OH^- ; Na^+ ; $C_2H_5O-COO^-$; $C_2H_5O-COOH$.

Leurs concentrations molaires :

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,9} = 1,26 \times 10^{-4}\,mol.L^{-1}$

$[OH^-] = 10^{pH-14} = 10^{3,9-14} = 10^{-10,1} = 7,9.10^{-11}\,mol.L^{-1}$

$[Na^+] = \dfrac{C_B V_B}{V_A + V_B} = \dfrac{0,5 \times 6}{20+6} = 1,15 \times 10^{-1}\,mol.L^{-1}$

Electroneutralité

$[H_3O^+] + [Na^+] = [OH^-] + [C_2H_5O-COO^-]$ (1,5pt)

or $[OH^-] << [H_3O^+] << [Na^+]$

d'où $[C_2H_5O-COO^-] = [Na^+] = 1,15 \times 10^{-1}\,mol.L^{-1}$

$pH = pK_A + \log \dfrac{[C_2H_5O-COO^-]}{[C_2H_5O-COOH]}$ or $pH = pK_A = 3,9$

d'où $[C_2H_5O-COOH] = [C_2H_5O-COO^-] = 1,15.10^{-1}\,m$

4 - Pour réaliser ce dosage, il faut choisir la phénolphtaléine car sa zone de virage contient le pH au point d'équivalence (0,5pt)

$pH_E = 8,2 \in [8,0 - 9,9]$

Electromagnétisme.

Partie A.

1.) a) La nature de l'énergie convertie est l'énergie mécanique. 0,5

La nature de l'énergie produite est l'énergie électrique.

b.) Le phénomène physique est l'induction électromagnétique 0

2.) Calculons l'énergie nécessaire au fonctionnement d'une éolienne qui produirait 10 MWh d'énergie électrique.

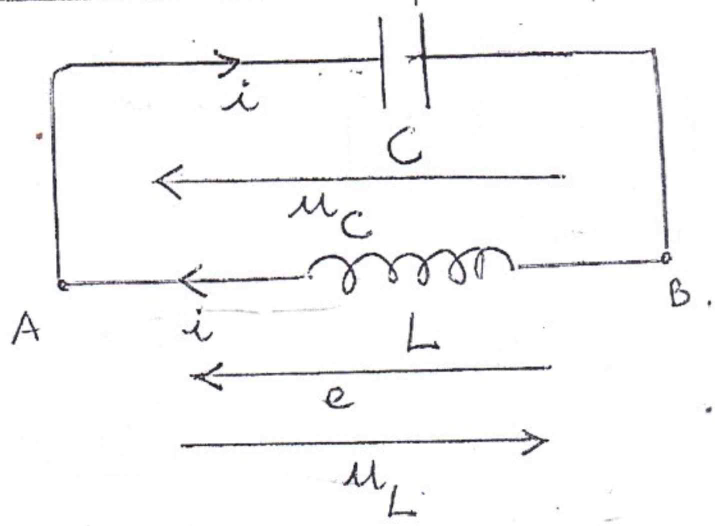
$$r = \frac{\mathcal{E}_p}{\mathcal{E}_m}$$

alors $\boxed{\mathcal{E}_m = \frac{\mathcal{E}_p}{r}}$ 1

AN: $\mathcal{E}_m = \frac{16\,MWh}{0,35} = \boxed{45,7\,MWh}$

Partie B.

1.) Etablisons l'équation différentielle



$$u_C = -u_L$$

$$u_C + u_L = 0$$

$$\frac{q}{C} - e = 0$$

$$\frac{q}{C} + \frac{L\,di}{dt} = 0$$

$$\frac{q}{C} + L\frac{d^2q}{dt^2} = 0.$$

$$\frac{q}{C} + L\ddot{q} = 0$$

$$\ddot{q} + \frac{q}{LC} = 0$$

$$\boxed{\ddot{q} + \frac{1}{LC}q = 0}$$

2.) <u>Expression de $q(t)$ et $i(t)$.</u>

$$q(t) = Q_{max}\sin(\omega t + \varphi)$$

à $t = 0s$, $\begin{cases} Q_0 = Q_{max}\sin\varphi \\ 0 = Q_{max}\,\omega\cos\varphi. \end{cases}$

$Q_{max}\,\omega \neq 0 \quad \cos\varphi = 0.$

$$\varphi = \begin{cases} \pi/2 \text{ rad.} \\ -\pi/2 \text{ rad.} \end{cases}$$

$$Q_0 = Q_{max}$$

donc : $$\boxed{q(t) = Q_0 \sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

$$= Q_0 \omega \cos(\omega t + \varphi)..$$

$$\boxed{i(t) = \frac{Q_0}{\sqrt{LC}} \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

AN : $$q(t) = 10^{-4} \sin\left(\frac{1}{\sqrt{0{,}1 \times 10^{-5}}} t + \frac{\pi}{2}\right)$$ 1pt

$$\boxed{q(t) = 10^{-4} \sin\left(1000t + \frac{\pi}{2}\right)} \ (C).$$

et $$i(t) = \frac{10^{-4}}{10^{-3}} \cos\left(1000t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\boxed{i(t) = 10^{-1} \cos\left(1000t + \frac{\pi}{2}\right)} \ (A)$$

3.) Calculons l'énergie emmagasinée dans le circuit

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_L + \mathcal{E}_C$$

$$= \frac{1}{2} L i(t)^2 + \frac{1}{2} \frac{q(t)^2}{C}$$

$$= \frac{1}{2} L \frac{Q_0^2}{LC} \cos^2\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \frac{\pi}{2}\right) +$$

$$\frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} \sin^2\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \frac{\pi}{2}\right).$$

$$= \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} \left[\underbrace{\cos^2\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \frac{\pi}{2}\right) + \sin^2\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \frac{\pi}{2}\right)}_{1} \right]$$

donc

$$\boxed{\mathcal{E} = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C}}$$

AN : $\mathcal{E} = \frac{1}{2} \times \frac{(10^{-4} C)^2}{10^{-5} F}$. 1p

$$\boxed{\mathcal{E} = 5 \times 10^{-4} J}$$

Physique Nucléaire

1.) L'équation de la désintégration du carbone 14.

$$^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{14}_{7}N$$ 0,5

2.) Calculons λ

$$\boxed{\lambda = \frac{\ln 2}{T}}$$ 0,7

AN: $\lambda = \frac{0,69}{5715\,ans} = \boxed{1,2 \times 10^{-4}\ année^{-1}}$

3.) a.) Le nombre de noyaux du fragment d'os actuel.

$$A_0 = \lambda N_0.$$

$$\boxed{N_0 = \frac{A_0}{\lambda}}$$ avec $1,2 \times 10^{-4}\ année^{-1} = 1,36 \times 10^{-8}\ h$

AN: $N_0 = \frac{880\ noyaux \times \cancel{h^{-1}}}{1,36 \times 10^{-8}\ \cancel{h^{-1}}}$ 0,7

$$N_0 = 647 \times 10^{8}.$$

$$\boxed{N_0 = 6,47 \times 10^{10}\ noyaux}$$

b.) L'âge du fragment de l'os ancien.

D'après la loi de décroissance radioactive

$$A = A_0 e^{-\lambda t}.$$

$$e^{-\lambda t} = \frac{A}{A_0}$$

$$\ln e^{-\lambda t} = \ln \frac{A}{A_0}$$

$$-\lambda t = \ln \frac{A}{A_0}$$

$$\boxed{t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A}}$$

AN: $t = \frac{1}{1,2 \times 10^{-4}} \ln\left(\frac{880}{110}\right)$ 1pt

$$= \frac{T}{\ln 2} \times \ln 2^3$$

$$= \frac{T \times 3 \cancel{\ln 2}}{\cancel{\ln 2}} = 3T$$

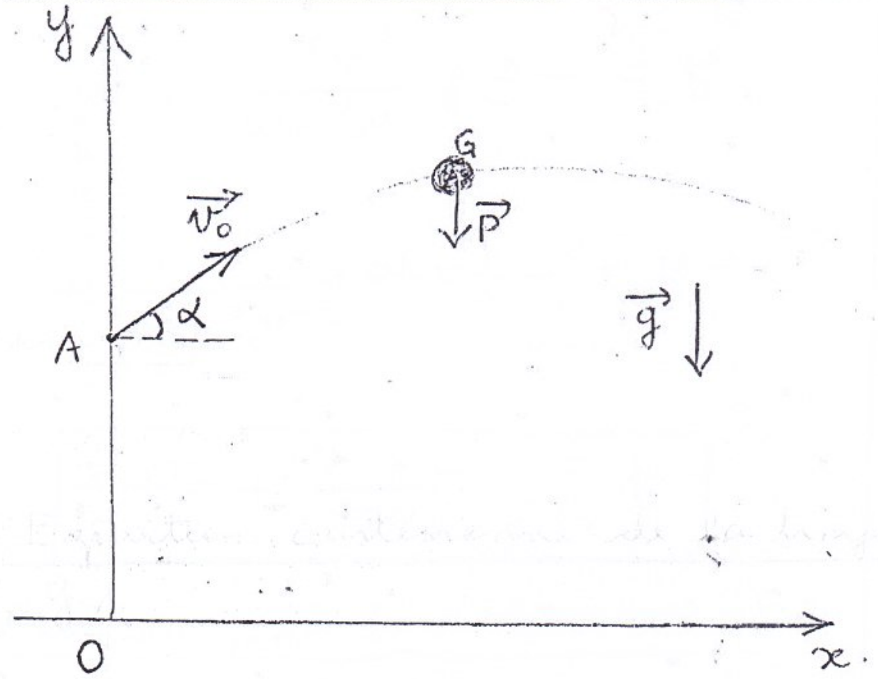
$t = 3 \times 5715$ ans

$$\boxed{t = 17.145 \text{ ans}}$$

Mécanique

Partie A

1.) a.) Equation cartésienne de la trajectoire



Cherchons les équations horaires du mouvement de la balle -

D'après TCI : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

$$\cancel{m}\vec{g} = \cancel{m}\vec{a}$$

$$\vec{a} = \vec{g}.$$

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_y = -g \end{cases}$$

$$\vec{v} = \vec{g}t + \vec{v_0}$$

$$\vec{v}\begin{cases} v_x = v_{0_x} = v_0\cos\alpha \\ v_y = g_y t + v_{0_y} = -gt + v_0\sin\alpha. \end{cases}$$

1/

$$\vec{OG}\begin{cases} x = (v_0\cos\alpha)t & (1) \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0\sin\alpha)t + OA. & (2). \end{cases}$$

L'équation cartésienne de la trajectoire

(1) : $t = \dfrac{x}{v_0\cos\alpha}.$

$y =$

(2) devient :

$$y = -\frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)^2 + v_0 \sin\alpha \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right) + OA.$$

$$y = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2\alpha} + x \tan\alpha + OA.$$

$$y = -\frac{1}{2} \times 10 \times \frac{x^2}{v_0^2 \times \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} + x + 2.$$

$$\boxed{y = -\frac{10x^2}{v_0^2} + x + 2}$$

b.) La valeur de v_0 pour que le panier soit réussi

$$y_C = -\frac{10x_C^2}{v_0^2} + x_C + 2.$$

$$3 = -\frac{10 \times (7,1)^2}{v_0^2} + 7,1 + 2$$

$$\frac{10 \times 50,4}{v_0^2} = 6,1$$

$$\frac{504}{6,1} = v_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{504}{6,1}}$$

$$v_0 = 9,08 \simeq \boxed{9,1 \ m\,s^{-1}}$$

0,1

2.) Cherchons l'ordonné du ballon au point d'abscisse $x = 0,9$ m.

Calculons $\ddot{x} + \frac{k}{m} x$

on a $\ddot{x} + \frac{k}{m} x =$

$= - x_0 \omega^2 \sin(\omega t + \varphi) + \frac{k}{m} x_0 \sin(\omega t + \varphi)$

$= - x_0 \frac{k}{m} \sin(\omega t + \varphi) + \frac{k}{m} x_0 \sin(\omega t + \varphi)$ 0,7

$= 0$

donc $x(t) = x_0 \sin(\omega t + \varphi)$ est une solution de (E).

3.) Expression de l'énergie mécanique du système {solide (S) + ressort + Terre} en fonction de x, v, k et m.

$E_m = E_c + E_p$.

$$\boxed{E_m = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2}$$ 0,

Montrons que E_m peut s'exprimer en fonction de k et x_0.

$E_m = \frac{1}{2} m \left(x_0 \omega \cos(\omega t + \varphi)\right)^2 + \frac{1}{2} k \times (x_0 \sin(\omega t + \varphi))^2$. 0,

$= \frac{1}{2} m \left(x_0^2 \omega^2 \cos^2(\omega t + \varphi)\right) + \frac{1}{2} k x_0^2 \sin^2(\omega t + \varphi$

$= \frac{1}{2} \cancel{m} x_0^2 \left(\frac{k}{\cancel{m}}\right) \cos^2(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2} k x_0^2 \sin^2(\omega t +$

$= \frac{1}{2} k x_0^2 \left[\cos^2(\omega t + \varphi) + \sin^2(\omega t + \varphi)\right]$

Soit D la position de l'adversaire

Calculons y_D.

$$y_D = -\frac{10\,x_D^2}{v_0^2} + x_D + 2.$$

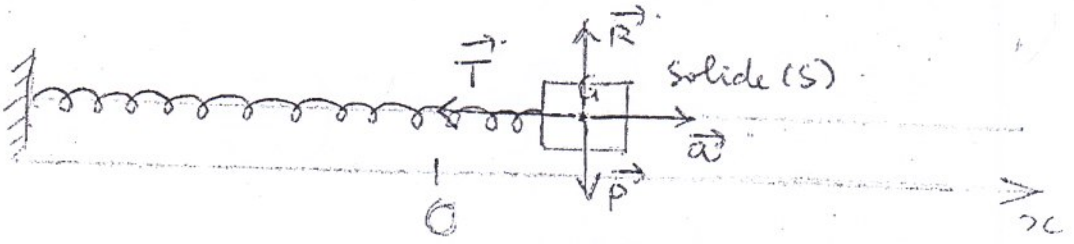
$$y_D = \frac{-10\times(0,9)^2}{(9,1)^2} + 0,9 + 2.$$

$$\underline{y_D = 2,8\ m.}$$

Le panier est reussi.

0,5pt

Partie B.



1.) Etablissons l'équation différentielle du mouvement du solide (S)

D'après la 2e loi de Newton

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$$

projection sur (x'x)

$$P_x + R_x + T_x = m a_x$$

$$0 + 0 - T = m\ddot{x}$$

$$-kx = m\ddot{x}$$

$$m\ddot{x} + kx = 0$$

$$(E): \boxed{\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0}$$ 0,7

Expression littérale de la pulsation.

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$\text{d'où } \boxed{\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}}$$ 0,25

2.) Verifions que $x(t) = x_0 \sin(\omega t + \varphi)$ est une solution de (E).

$$x(t) = x_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\dot{x}(t) = x_0\omega \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\ddot{x}(t) = -x_0\omega^2 \sin(\omega t + \varphi).$$

d'où

$$\boxed{E_m = \frac{1}{2} k x_0^2}$$

Conclusion

Comme k, $\frac{1}{2}$ et x_0 sont des constantes alors E_m est constante.

0,25