Sujet Bacc série C avec corrigé – Session 2021

1. Chimie organique

La combustion complète d'un alcool A de masse m1 donne du dioxyde de carbone de masse m² et de l'eau.

1. Déterminer la formule brute de A sachant que le rapport $\frac{m_1}{m_2}=0{,}4$

2. A est un alcool primaire chirale. Représenter en perspective les deux énantiomères de A.

3. L'oxydation ménagée de A par une solution acidifiée de dichromate de potassium ($2K^+$, $Cr_2O_7^{2-}$) donne un corps B qui réagit avec le 2,4-DNPH et la liqueur de Fehling.

a) Écrire l'équation bilan de l'oxydoréduction correspondante.

b) Déterminer la masse de A qui a réagi pour obtenir 4,3g de B.

<u>On donne</u> : M(C) = 12g/mol ; M(H) = 1g/mol ; M(O) = 16g/mol

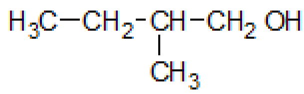
1. Équation bilan de la combustion :

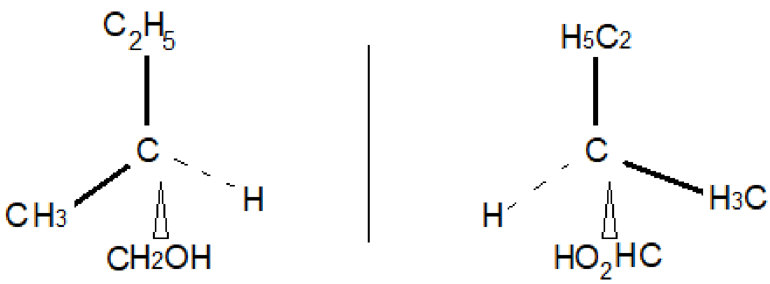
$$C_n H_{2n+2} O+\frac{3n}{2} O_2 \rightarrow nCO_2+(n+1) H_2 O$$

$$\frac{m_1}{14n+18}=\frac{m_2}{44n} \quad \rightarrow \quad \frac{m_1}{m_2}=\frac{14n+18}{44n}=0{,}4 \quad \rightarrow$$ n = 5 : FB de A : $C_5H_{12}O$

2. Représentation en perspective des deux énantiomères de A

FSD de A :





3. a) Équation bilan de la réaction redox

$$C_5H_{12}O \longrightarrow C_5H_{10}O + 2H^+ + 2e^-$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$3C_5H_{12}O + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 3C_5H_{10}O + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

b) Détermination de la masse de A

$n_A = n_B \quad \rightarrow \quad \frac{m_A}{M_A}=\frac{m_B}{M_B} \rightarrow m_A = m_B \frac{M_A}{M_B}$ AN : m_A = 4,4g

2. Chimie générale

1. L'acide ascorbique est un acide de formule brute C6H8O6.

On dissout un comprimé d'acide ascorbique dans un volume V = 200mL d'eau distillée. On obtient une solution S_1. On prélève un volume V_1 = 10mL de S_1 que l'on dose avec une solution S_2 de soude de concentration molaire C_B = $1{,}5.10^{-3}$mol.L-1, en présence d'indicateur coloré convenable. Le virage de l'indicateur est obtenu quand le volume de soude versé est V_{BE} = 11mL.

a) Qu'indique le virage de l'indicateur coloré. Écrire l'équation de la réaction correspondante.

b) Déterminer la concentration molaire C_A de S_1.

c) En déduire la masse m d'acide ascorbique pur dans un comprimé

2. On mesure le pH de la solution S_1 précédente et on trouve pH = 2,7.

Déterminer la valeur du pK_A du couple ($C_6H_8O_6/C_6H_7O_6^-$)

3. Le pK_A du couple (CH_3COOH/CH_3COO^-) est égale à 4,8. Lequel de ces deux acides , éthanoïque ou ascorbique est le plus fort ? Justifier la réponse.

1. a) Virage de l'indicateur coloré : équivalence atteinte.

Équation de la réaction :

$$C_6H_8O_6 + OH^- \longrightarrow C_6H_7O_6^- + H_2O$$

b) Concentration molaire C_A

Équivalence : $C_AV_A = C_BV_{BE}$ → $C_A = \frac{C_BV_{BE}}{V_A} = 1{,}65.10^{-2}\,mol.L^{-1}$

c) La masse d'acide ascorbique : $C_A = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$ → **m = MC_AV = 0,58g**

2. Détermination du pKA

$[H_3O^+] = 2.10^{-3}$ mol.L^{-1}

$[OH^-] = 5.10^{-12}$mol.L^{-1}

electroneutralité : $[C_6H_7O_6^-] + [OH^-] = [H_3O^+]$ → $[C_6H_7O_6^-] = [H3O^+] = 2.10^{-3}$ mol.L^{-1}

$[C_6H_8O_6] = C_A - [C_6H_7O_6^-] = 1{,}4.10^{-2}$mol.L^{-1}

$$pK_A = pH - \log\frac{[\![C_6H_8O_7^-]\!]}{[\![C_6H_8O_6]\!]} = \mathbf{3{,}56}$$

3. Force de l'acide

Acide ascorbique > acide éthanoïque ou **$pK_{Aascorbique} < pK_{Aéthanoique}$**

3. Optique géométrique

Une lentille mince L_1 , de centre optique O_1 a une distance focale f'_1. Un objet AB est placé perpendiculairement à l'axe optique . A est sur l'axe optique tel que : $\frac{\overline{O_1A}}{f'_1}=-k$ k est une constante non nulle. On note par γ le grandissement de la lentille L_1.

1. Montrer que $\gamma=\frac{1}{1-k}$

2. On prend k = 3 . On place un objet AB à 30cm devant L_1. Calculer la distance focale de L_1 et en déduire sa nature.

3. une autre lentille L2 de distance focale f '2 = -20cm est accolé à L1. Un objet AB de hauteur 2cm est toujours placé à 30cm devant le système accolé. Construire l'image finale A'B' de AB et donner ses caractéristiques. Échelle 1/10 sur l'axe optique et en vraie grandeur pour l'objet.

1) $\frac{\overline{O_1A}}{f'_1}=-k \quad \rightarrow \quad f'_1=\frac{-\overline{O_1A}}{k}$

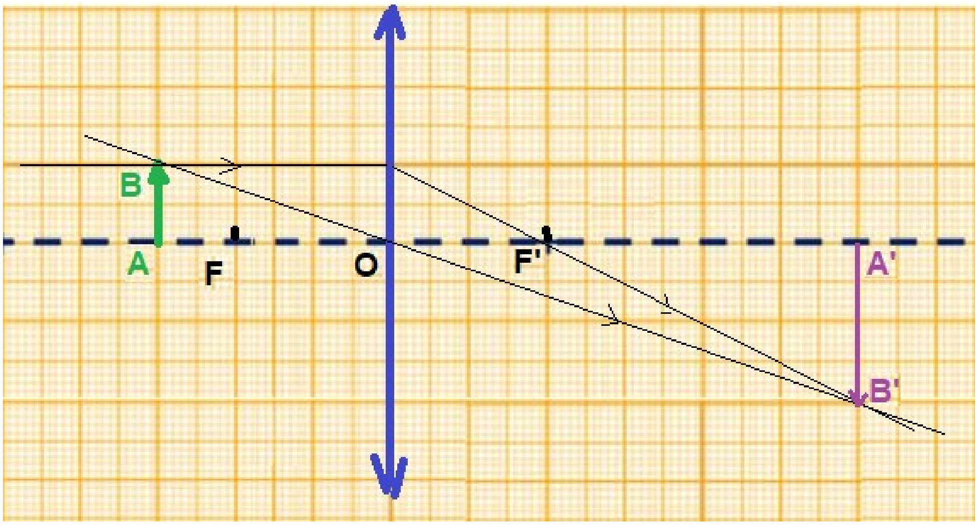
$\frac{1}{\overline{O_1A'}}-\frac{1}{\overline{O_1A}}=\frac{1}{f'_1} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{\overline{O_1A'}}=\frac{-k}{\overline{O_1A}}$ d'où $\gamma=\frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}}=\frac{1}{1-k}$ cqfd

2) Calcul de la distance focale f'_1

$\gamma=\frac{-1}{2} \quad \rightarrow \quad \overline{O_1A'}=\frac{-1}{2}\overline{O_1A}$ d'où $f'_1=\frac{-\overline{OA}}{3}=10\,cm$

L_1 lentille convergente

3) Graphe $f'=\frac{f'_1f'_2}{f'_1+f'_2}=20\,cm$ L est une lentille convergente.



A'B' image réelle à 60cm derrière le système accolé, elle est deux fois plus grande que AB.

$\overline{A'B'}=2\overline{AB}=4\,cm$

4. Physique nucléaire

1. À la suite d'un choc entre une particule α et un noyau de Béryllium $^{9}_{4}Be$, il se produit un noyau X avec émission d'un neutron. Écrire l'équation de cette réaction nucléaire en précisant les lois utilisés. Identifier le noyau X.

2. Lorsqu'un neutron frappe un noyau d'Uranium 235, il se produit une réaction de fission nucléaire dont l'équation s'écrit : $^{235}_{92}U+^{0}_{1}n\rightarrow^{94}_{38}Sr+^{140}_{54}Xe+2(^{1}_{0}n)$

Calculer en MeV, l'énergie libérée par cette réaction nucléaire.

3. Les produits de la fission sont radioactifs. Parmi ces déchets radioactifs, on trouve le Strontium ^{94}Sr .

Sa période radioactive est de 25ans. Un échantillon contient 10mg de Strontium 94.

Déterminer la masse de Strontium désintégrée 100ans plus tard.

On donne :

- Un extrait du tableau périodique des éléments :

Noyau	Be	C	O	F	Br	Kr	Rb	Sr
Z	4	6	8	9	35	36	37	38

La masse de chaque noyau :

m(U) = 235,0439u ; m(Sr) = 93,9150u ; m(Xe) = 139, 9252u

Masses des particules :

m_P = 1,0072u ; m_e = 1,0086u ; 1u = 931,5MeV.c^{-2}

1. Lois utilisés : Conservation de charge et de masse

$^{9}_{4}Be+^{4}_{2}He\rightarrow^{12}_{6}C+^{1}_{0}n$ donc **X = C** carbone

2. $^{235}_{92}U+^{1}_{0}n\rightarrow^{84}_{38}Sr+^{140}_{54}Xe+2(^{1}_{0}n)$

$$E_\ell=[(m_{Sr}+m_{Xe}+2m_n)-m_U-m_n]c^2=-181,73565\,MeV$$

3. $\Delta m = m_0 - m$

$$n=\frac{t}{T}=\frac{100}{25}=4 \qquad m=\frac{m_0}{2^n}=\frac{m_0}{2^4}$$

$$\Delta m=m_0\left(1-\frac{1}{2^4}\right)=9,375\,mg$$

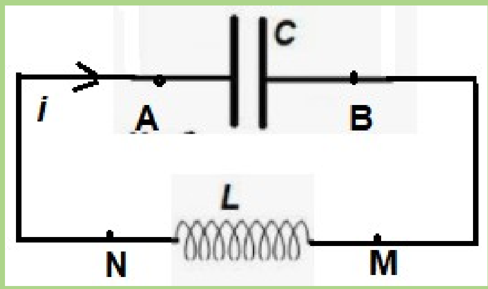
5. Électromagnétisme

Partie A

Un circuit est constitué d'une bobine d'inductance L = 244mH et de résistance négligeable, et d'un condensateur de capacité C = 4µF. Initialement, la charge du condensateur est $Q_0 = 8.10^{-5}$C.

1. Établir l'équation différentielle relative à la charge q du condensateur.
   En déduire la pulsation propre ω_0 de ce circuit.
2. Exprimer en fonction du temps la charge q (t) portée par l'armature A du condensateur.

   On donne : 1mH = 10^{-3}H ; 1µF = 10^{-6}F



1. Équation différentielle de la charge q

$U_{MN} + U_{AB} = 0 \quad \rightarrow \quad L\frac{di}{dt}+\frac{L}{C}q=0 \quad \rightarrow \quad \ddot{q}+\frac{1}{LC}q=0$

$\ddot{q}+\omega_0^2 q=0$ d'où $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}=1012\,rad.s^{-1}$

2. Expression de la charge q(t)

$q = Q_0\sin(\omega t + \varphi)$ et $\dot{q}=Q_0\omega\cos(\omega t+\varphi)$

condition initiale : t = 0 $q_i = Q_0 = Q_0\sin\varphi$ et $\dot{q}_i=0=Q_0\omega\cos\varphi$ → $\sin\varphi = 1$ et $\cos\varphi = 0$

donc $\varphi=\frac{\pi}{2}$ $q(t)=8.10^{-5}\sin(1012t+\frac{\pi}{2})$ ou $q(t)=8.10^{-5}\cos(1012t)$

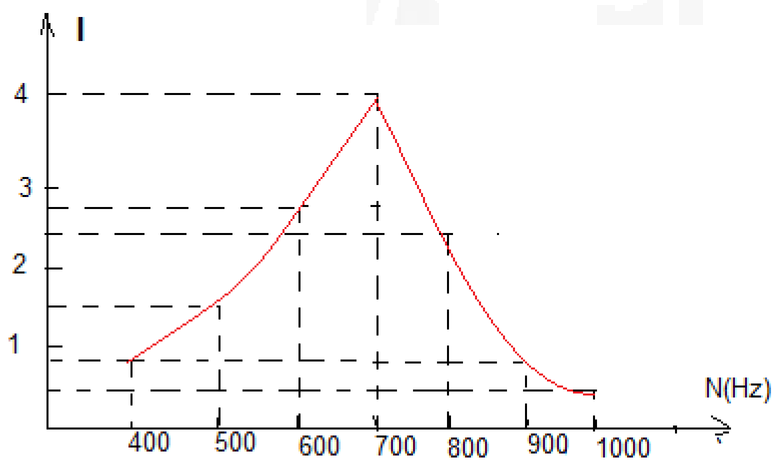
Partie B

On établit aux bornes d'un circuit RLC série une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace constante U = 200V. On fait varier la fréquence N. A chaque valeur de N correspond une intensité efficace I. On obtient les résultats suivants :

N (Hz)	400	500	600	700	780	800	900	1000
I (A)	0,75	1,5	2,8	4	2,8	2,5	0,75	0,5

1. Tracer la courbe I = f (N)
   Échelle : 1cm pour 100Hz et 1cm pour 0,5A
2. En déduire le facteur de qualité Q
3. Calculer les valeurs R, L et C.

1. Courbe I = f (N)



2. N_1 = 600 Hz N_2 = 780 Hz Bande passante : $\Delta N = N_2 - N_1$ = 180 Hz

facteur de qualité $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = 3{,}89$

3. $Z = R = \frac{U}{I_0}$ → Z = 50 Ω

$L = \frac{QR}{2\pi N_0}$ → L = $4{,}21.10^{-2}$ H

$C = \frac{1}{L 4\pi^2 N_0^2}$ → C = 1,15 µF

6. Mécanique

Partie A

On utilise un tremplin BOC formant un angle α avec le sol horizontal ABCD pour qu'un cascadeur avec sa voiture puisse sauter sur la terrasse horizontale EF d'un immeuble.

On étudiera le mouvement du { cascadeur + voiture } assimilable à son centre d'inertie G.

Les frottements sont négligeables et on admettra qu'à la date initiale, G quitte le point O avec la vitesse $\vec{v}_0$ et qu'il est confondu avec le point E à l'arrivée (voir figure).

1. Écrire les équations horaires du mouvement du point mobile G dans le plan xOy.

2. Le mobile G arrive en E avec une vitesse $\vec{v}_E$ horizontal.

a- Exprimer t_E , l'instant pour lequel le mobile arrive en E, en fonction de v_0, α et g.

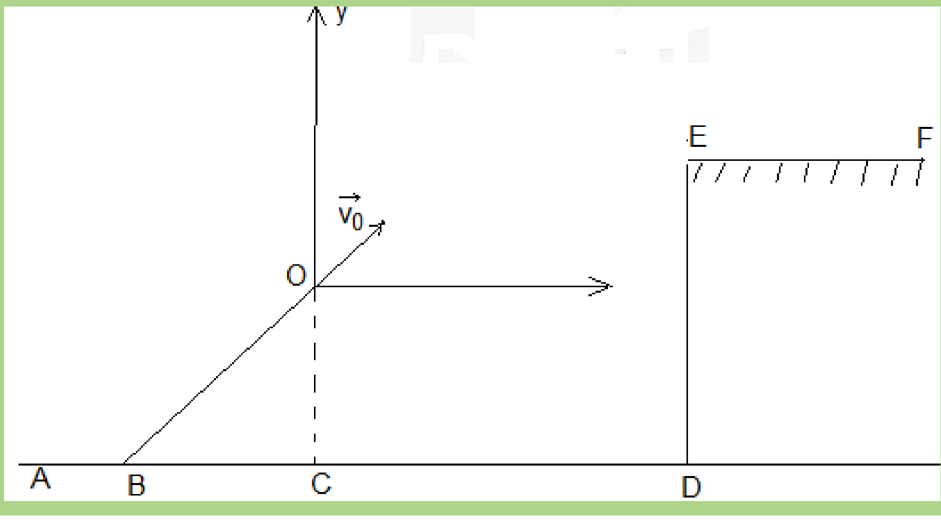
b- Donner les coordonnées de xE et yE du point mobile en fonction de g, α et v_0

Montrer que $\tan\alpha = \frac{2 y_E}{x_E}$

c- En déduire les valeurs de α , v_0 et v_E

On donne : CD = 15m ; DE = 10m ; OC = 8m

3. Le plan incliné BO est rugueux. Les frottements sont équivalents à une force unique $\vec{f}$ d'intensité constante.Calculer son intensité sachant que les vitesses respectives en B et en O sont 28m/s et 24,4m/s.



Accélération $\vec{a}=\vec{g}=\vec{cte}$ $\quad \vec{a}\begin{pmatrix} a_x=0 \\ a_y=-g \end{pmatrix}$ $\quad \vec{v_0}\begin{pmatrix} v_{0x}=v_0\cos\alpha \\ v_{0y}=v_0\sin\alpha \end{pmatrix}$ $\quad \vec{OM_0}\begin{pmatrix} x_0=0 \\ y_0=0 \end{pmatrix}$

vitesse à chaque instant : $\vec{v}\begin{pmatrix} v_x=v_0\cos\alpha \\ v_y=-g\,t+v_0\sin\alpha \end{pmatrix}$

équation horaire : $\vec{OM}\begin{pmatrix} x=v_0\cos\alpha\,t \\ y=\frac{-1}{2}g\,t^2+v_0\sin\alpha\,t \end{pmatrix}$

2. a- Expression de t_E : $t = t_E$ → $0 = -g\ t_E + v_0\sin\alpha$ → $t_E=\frac{v_0\sin\alpha}{g}$

b- Coordonnées de x_E et y_E

$E\begin{pmatrix} x_E=v_0\cos\alpha\,t_E \\ y_E=\frac{-1}{2}g\,t_E^2+v_0\sin\alpha\,t_E \end{pmatrix}$ en remplaçant t_E par sa valeur $E\begin{pmatrix} x_E=\frac{v_0^2\sin\alpha\cos\alpha}{g} \\ y_E=\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2\,g} \end{pmatrix}$

$\frac{y_E}{x_E}=\frac{\sin\alpha}{2\cos\alpha}$ → $\tan\alpha=2\frac{y_E}{x_E}$ cqfd

c- $E\begin{pmatrix} x_E=CD=15\,m \\ y_E=DE-OC=2\,m \end{pmatrix}$ $\tan\alpha = 0,26$ → $\alpha = 14,93°$

$v_0=\sqrt{\frac{2gy_E}{\sin^2\alpha}}$ → $v_0=\frac{\sqrt{2gy_E}}{\sin\alpha}$ AN : $v_0 = 24,54$m/s

en E $v_{Ey} = 0$ et $v_E = v_{Ex} = v_0\cos\alpha$ → $v_E = v_0\cos\alpha$ AN : $v_E = 23,71$m/s

3. Calcul de l'intensité de frottement $\vec{f}$

TEC : $E_{CO}-E_{CB}=W_{BO}(\vec{f})+W_{BO}(\vec{P})+W_{BO}(\vec{R}) \rightarrow \frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}mv_B^2=\frac{-fOC}{\sin\alpha}-mg\,OC \rightarrow$

$f=m\sin\alpha\left[\frac{v_B^2-v_O^2}{2OC}-g\right]$ masse inconnue (BONUS)

Partie B (bonus)

Un système (S) est formé de deux tiges AB et OE de masse identique m et de longueur respectives L et x, soudées en O en forme de T. L'ensemble est fixé à l'intérieur d'un cerceau de centre C, de même masse que chaque tige et de rayon r. voir figure

On donne : L = $r\sqrt{2}$; r = 20cm ; m = 400g et 0<x<2r

1. Exprimer :

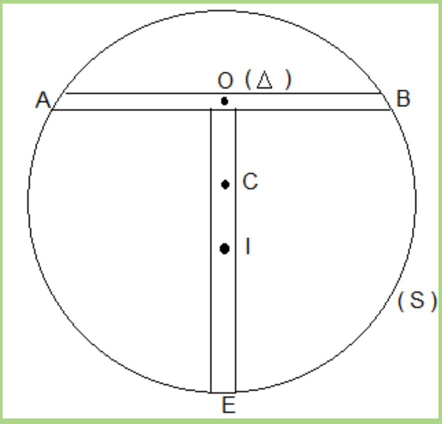
a- La distance OG où G est le centre d'inertie du système (S) en fonction de r et x.

b- Le moment d'inertie J_Δ de (S) par rapport à l'axe de rotation (Δ) passant par O en fonction de m, r et x.

2. On écarte le système (S) de sa position d'équilibre d'un angle θ petit, puis on l'abandonne sans vitesse à la date t = 0s.

a- Établir l'équation différentielle régissant le mouvement de (S).

b- Déterminer la valeur de x sachant que la période de petites oscillations est T = 1,2s.



1. a- $\vec{OG}=\frac{m\vec{OO}+m\vec{OC}+m\vec{OI}}{3m}$ en projetant sur x'x: $x_G=0$

en projetant sur y'y: $y_G=\frac{1}{3}(\vec{OI}+\vec{OC})$ avec $OI=\frac{x}{2}$

dans le triangle AOC rectangle en C : $r^2=(\frac{L}{2})^2+OC^2$

$L=r\sqrt{2} \rightarrow OC=\frac{r}{\sqrt{2}}$ et $y_G=\frac{1}{3}(\frac{1}{2}+\frac{r}{\sqrt{2}})$

$$OG=\sqrt{x_G^2+y_G^2}=\frac{1}{3}\left(\frac{1}{2}+\frac{r}{\sqrt{2}}\right)$$

b- Expression du moment d'inertie

$J_\Delta = J_{AB} + J_{OC} + J_{cerceau}$

$$J_{AB}=\frac{1}{2}mL^2=\frac{1}{6}mr^2$$

$$J_{OC}=\frac{1}{2}mx^2+mOI^2=\frac{1}{3}mx^2$$

$$J_{cerceau}=mr^2+mOC^2=\frac{3}{2}mr^2$$

2. a- Équation différentielle

TAA: $\mu_\Delta(\vec{R})+\mu(\vec{P})=J_\Delta\ddot{\theta}$ → $-3mgOG\sin\theta=J_\Delta\ddot{\theta}$

θ faible : $\ddot{\theta}+\frac{3g\left(\frac{x}{2}+\frac{r}{\sqrt{2}}\right)}{x^2+5r^2}=0$

b- $\ddot{\theta}+\omega^2\theta=0$ avec $\omega^2=\frac{3g\left(\frac{x}{2}+\frac{r}{\sqrt{2}}\right)}{x^2+5r^2}$

$$T=\frac{2\pi}{\omega}=2\pi\sqrt{\frac{x^2+5r^2}{3g\left(\frac{x}{2}+\frac{r}{\sqrt{2}}\right)}}=1{,}2\,s$$