Sujet PC série D avec correction – 1ère session 2019

1. Chimie organique

La combustion complète de 3,7g d'un monoalcool saturé et chiral A donne 4,8L de dioxyde de carbone et de l'eau.

1) Déterminer la formule brute , la formule semi-développée et le nom de A.

2) Donner une représentation en perspective des deux énantiomères de A

3) On réalise l'oxydation ménagée du 2-méthyl propan-1-ol , noté C , par une solution acidifiée de permanganate de potassium (K^+ , MnO_4^-) en excès. On obtient un composé B.

Écrire l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction traduisant l'oxydation de C en B en utilisant les formules semi-développées des composés organiques.

On donne : M(C) = 12g.mol-1 ; M(H) = 1g.mol-1 ; M(O) = 16g.mol-1 ;

Volume molaire d'un gaz ; Vm = 24L.mol-1

$$E^0_{MnO_4^-/Mn^{2+}} > E^0_{B/C}$$

1) FB - FSD - Noms

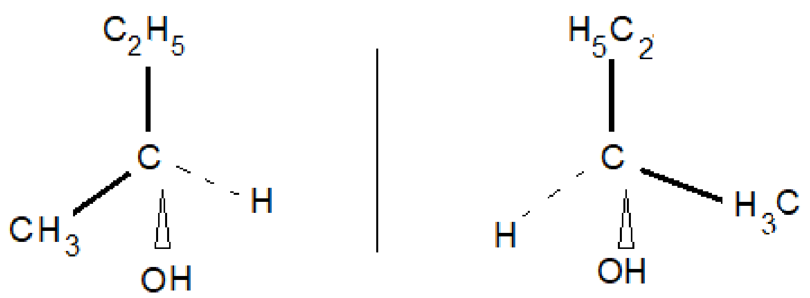
$$C_nH_{2n+2}O + \frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$$

$\frac{3,2}{4n+18} = \frac{4,9}{24n}$ → n = 4 FB : $C_4H_{10}O$

Nom : butan -2 -ol

FSD : $CH_3-CHOH-CH_2-CH_3$

2) Représentation en perspective



3) Équation bilan

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{CH}-CH_2OH + H_2O \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{CH}-COOH + 4H^+ + 4e^-$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$

$$5CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H-CH_2OH + 4MnO_4^- + 12H^+ \longrightarrow 5CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H-COOH + 4Mn^{2+} + 11H_2O$$

2. Chimie minérale

Les solutions aqueuses étudiées sont à 25ºC . On considère une solution aqueuse de méthylamine CH_3NH_2 de concentration C et de pH = 11,3. Le pK_A du couple $CH_3NH_3^+$ / NH_2 vaut 10,7.

1) Écrire l'équation bilan de la réaction du méthylamine avec l'eau

2) Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes (autre que l'eau) dans la solution. En déduire lla concentration molaire C.

3) On mélange un volume V_B = 10cm³ d'une solution de méthylamine de concentration $C_B = 10^{-2}$mol.L^{-1} avec une solution d'acide chlorhydrique de volume V_A et de concentration $C_A = 10^{-2}$mol.L^{-1}. Le pH du mélange vaut 10,7.

Calculer le volume V_A d'acide versé.

On donne : log2 = 0,3 ; log4 = 0,6

1) $CH_3NH_2 + H_2O = CH_3NH_3^+ + OH^-$

2) Concentrations des différentes espèces

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-11,3} = 5.10^{-12}$mol.L^{-1}

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

Electroneutralité : $[CH_3NH_3^+] = [OH^-] = 2.10^{-3}$mol.L^{-1}

$$pH = pK_A + \log\frac{[CH_3NH_2]}{CH_3NH_3^+} \qquad [CH_3NH_2] = [CH_3NH_3^+]x\,10^{pH-pK_A} = 8.10^{-3}\,mol.L^{-1}$$

Concentration de C : $C = [CH_3NH_2] + [CH_3NH_3^+]$ AN : $C = 10^{-2}$ mol.L^{-1}

3) Calcul de V_A

$pH = pK_A$ solution tampon ou demi-équivalence

$$n_A = \frac{1}{2}n_B \quad \rightarrow \quad C_A V_A = \frac{1}{2}C_B V_B \quad \rightarrow \quad V_A = \frac{C_B V_B}{2C_A}$$

AN : **V_A = 5cm³**

3. Optique géométrique

1) On dispose une lentille mince convergente L_1 de centre optique O_1 et de distance focale f'_1 = 20cm. On place perpendiculairement à l'axe optique, un objet AB de hauteur 1cm, à 10cm devant L_1. A se trouve sur l'axe optique.

a) Déterminer par calcul les caractéristiques (position,nature,sens et grandeur) de l'image A'B' de AB donnée par L_1.

b) Vérifier graphiquement les résultats obtenus

Echelle : 1/5 sur l'axe optique et en vraie grandeur pour l'objet

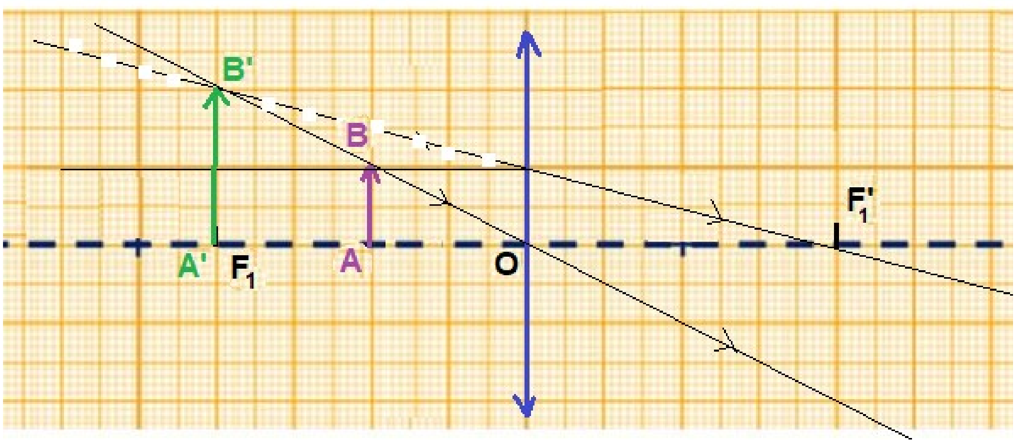
2) On garde l'objet AB à la même position que précédemment. On accole à L_1 une deuxième lentille L_2 de distance focale f'_2 . Les axes optiques des deux lentilles sont confondus. L'image A"B" obtenue à travers le système accolé est renversée et deux fois plus grande que l'objet AB. On note O le centre optique du système accolé. Calculer la vergence C du système accolé et en déduire la distance focale f'_2 de la

lentille L_2.

1) a- $\overline{OA'} = -20\,cm$ image virtuelle située à 20cm devant L1

$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 2$ l'image est droite $\rightarrow$ $\overline{A'B'} = 2\overline{AB} = 2cm$

b- Vérification graphique des résultats



2) Vergence C du système accolé

$$AB \xrightarrow{L_1 L_2} A''B'' \qquad \gamma = \frac{\overline{OA''}}{\overline{OA}} = -2$$

$$\overline{OA''} = -2\overline{OA} \quad \rightarrow \quad \frac{1}{\overline{OA''}} - \frac{1}{\overline{OA}} = C \quad \rightarrow \quad C = \frac{-3}{2\overline{OA}} = -15\,\delta$$

Distance focale

$C = C_1 + C_2$ $\rightarrow$ $f'_2 = \frac{f'_1}{f'_1 C - 1}$ AN ; **$f'_2 = 10cm$**

4. Physique nucléaire

Le nucléide cadmium ${}^{107}_{48}Cd$ est radioactif. Lors de sa désintégration, il donne le nucléide argent ${}^{107}_{47}Ag$. Sa demi-vie est T = 6,7heures.

1) Donner la définition de la période radioactive.

2) Écrire l'équation de désintégration du nucléide ${}^{107}_{48}Cd$ En déduire la nature de la particule émise.

3) Au bout de combien de temps (en heures) le $\frac{3}{4}$ de la masse initiale sera-t-il désintégré ?

1) Période radioactive : nombre de moitié de noyaux désintégrés

2) Équation de désintégration

$${}^{107}_{48}Cd \longrightarrow {}^{107}_{47}Ag + {}^{0}_{+1}e$$

Particule émise : positron e^+

3) Temps de désintégration de $\frac{3}{4}$ de masse initiale désintégré

il reste $m=\frac{m_0}{4}$; $m=m_0 e^{-\lambda t}$ $\rightarrow$ $\frac{1}{4}=e^{-\lambda t}$ $\rightarrow$ $\ln\frac{1}{4}=-\lambda t$

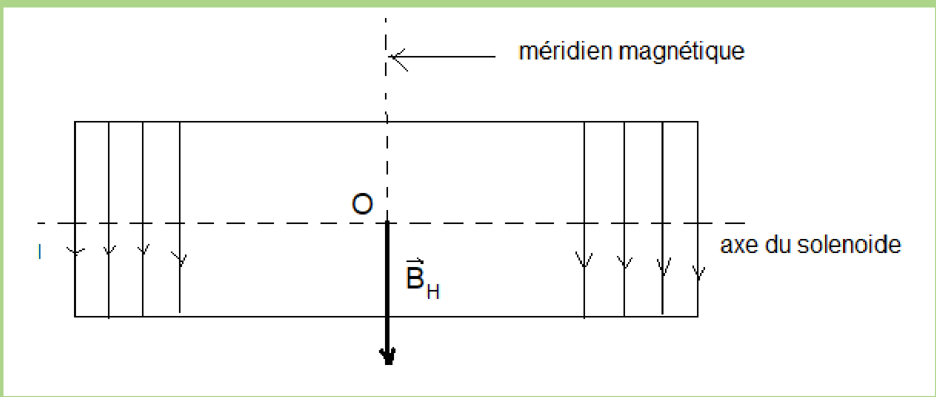
$\rightarrow$ $\ln 4=\frac{\ln 2.t}{T}$ $\rightarrow$ **t = 2T** AN : **t = 13,4 h**

5. Électromagnétisme

Les parties A et B sont indépendantes

Partie A.

Un solénoïde de longueur l = 40cm comporte N = 1000spires. Son axe est perpendiculaire au méridien magnétique. Dans la région centrale, on place une petite aiguille aimantée, mobile autour d'un axe vertical. Elle fait un angle α = 30° avec l'axe du solénoïde quand celui-ci est parcouru par un courant I.



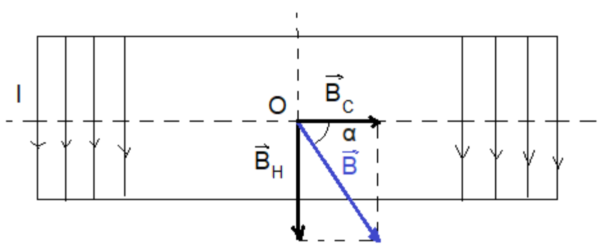
1) Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ au centre du solénoïde

Faire un schéma.

2) Calculer l'intensité I .

On donne : $\vec{B}=\vec{B}_C+\vec{B}_H$ où $\vec{B}_C$ est le champ magnétique créé par le courant I traversant le solénoïde et $\vec{B}_H$ la composante horizontale du champ magnétique terrestre telle que $B_H = 2.10^{-5}$ T.

1)



- point O

- fait un angle 30° par rapport à l'axe du solénoïde

$\vec{B}$ - vers le bas

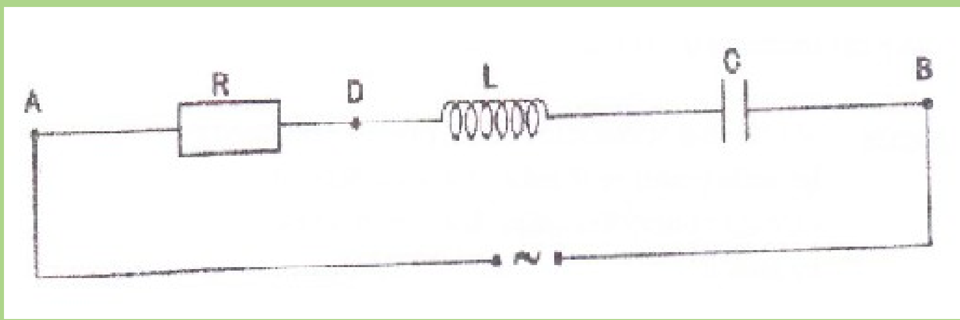
- $B=\frac{B_H}{\sin\alpha}=4.10^{-5}\,T$

2) Intensité I : $\tan\alpha=\frac{B_H}{B_C}$ et $B_C=\mu_0\frac{NI}{\ell}$ → $I=\frac{\ell B_H}{\mu_0 N\tan\alpha}$

Partie B

Dans une expérience d'électricité, on place en série entre deux points A et B une bobine de résistance interne négligeable et d'inductance L = 0,3H, un conducteur ohmique de résistance R = 25Ω et un condensateur de capacité C = 0,3mF.

Une tension sinusoïdale $u_{AB}(t)=220\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ (V) est maintenue entre A et B. On mesure à l'aide d'un voltmètre la valeur efficace de la tension U_{AD}. On obtient U_{AD} = 75V.



1) Calculer l'intensité efficace du courant dans le circuit AB.

2) Donner l'expression de l'intensité instantanée i(t) du courant traversant le circuit.

1) Intensité efficace :

$I=\frac{U}{Z}=\frac{U}{\sqrt{R^2+(L\omega-\frac{1}{C\omega})^2}}$ AN : **I = 2,5A** avec Z_L = Lω = 94Ω : $Z_C=\frac{1}{C\omega}=10,6\Omega$

2) $\tan\varphi=\frac{L\omega-\frac{1}{C\omega}}{R}$ AN : φ = 1,28 rad

$i(t)=I\sqrt{2}\sin(\omega t+\varphi)$ → $i(t)=2,5\sqrt{2}\sin(100\pi t-1,28)$

6. Mécanique

Les Parties A et B sont indépendantes et on prendra g = 10ms^{-2}.

Partie A Un solide (S) supposé ponctuel, de masse m = 200g part sana vitesse d'un point A d'un plan incliné AB faisant un angle α = 30° par rapport à l'horizontale. Le point A se trouve à une hauteur h du plan horizontal passant par B (figure1) . Il glisse sur la ligne de plus grande pente du plan incliné. Sur AB, le solide S est soumis à une force de frottement $\vec{f}$ supposé constante d'intensité f = 0,1N, parallèle au plan incliné et de sens opposé au vecteur vitesse. Il arrive au point B avec une vitesse $v_B = 3m.s^{-1}$.

1) Calculer la hauteur h.

2) Le solide S quitte le plan incliné AB au point B, à l'instant t=0s, avec la vitesse $v_B = 3m.s^{-1}$ précédente et tombe sur le sol horizontal au point C. On néglige la résistance de l'air.

a) Établir l'équation cartésienne de la trajectoire du solide S dans le repère .

b) Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{v}_C$ du solide S au point d'impact C sur le sol.

On donne H = 0,8m

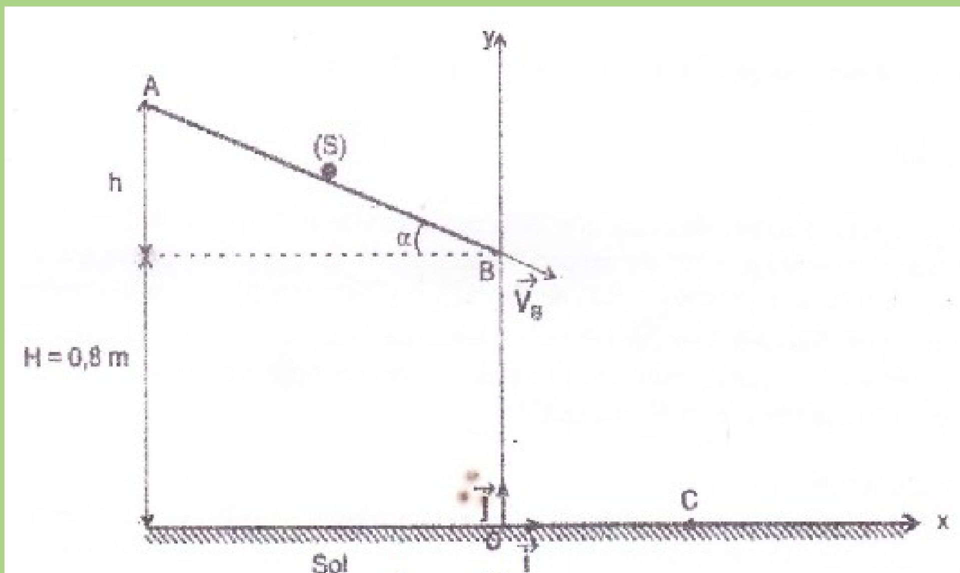


figure 1

1) TEC : $\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R}_n) + W_{AB}(\vec{f})$ → $\frac{1}{2}mv_B^2 = mgh - \frac{fh}{\sin\alpha}$

$$h = \frac{mv_B^2}{2(mg - \frac{f}{\sin\alpha})}$$ AN : **f = 0,5m**

2) a- Équation horaire : $\vec{a} = -\vec{g}$ $\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$ → $\vec{v}_B \begin{cases} v_{Bx} = v_B\cos\alpha \\ v_{By} = v_B\sin\alpha \end{cases}$ →

$$\vec{OM}\begin{cases} x = v_B\cos\alpha\, t = 2{,}598t \\ y = \frac{-1}{2}gt^2 - v_B\sin\alpha\, t + H = -5t^2 - 1{,}5t + 0{,}8 \end{cases}$$

Équation cartésienne : $y = \frac{-g}{2v_B^2\cos^2\alpha}x^2 - x\tan\alpha + H$

AN : $y = -0{,}74x^2 - 0{,}577x + 0{,}8$

b – Caractéristiques du vecteur $\vec{v}_C$ TEC : $\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_B^2=mgH$

$v_C=\sqrt{v_B^2+2gH}$ AN : **v_C = 5m.s^{-1}**

direction : tangente à la trajectoire

sens : vers le bas

Partie B

Un solide (M) de masse m = 0,2kg peut se déplacer sur un support horizontal, sans frottement. Il est fixé à l'extrémité d'un ressort horizontal à spires non jointives de raideur k=20N.m^{-1} et de masse négligeable. L'autre extrémité du ressort est lié à un point fixe A d'un support. Lorsque (M) est en équilibre, son centre d'inertie coïncide avec l'origine O de l'axe (x'Ox) (figure 2). On tire vers la droite le solide (M) de sa position d 'équilibre d'une distance x_m = 4cm puis on le lâche sans vitesse initiale à t=0s.

1) Exprimer l'énergie mécanique du système {solide+ressort+terre} en fonction m,k,x et $\dot{x}$ où x est l'abscisse de (M) et $\dot{x}$ sa vitesse.

Etat de références : - Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par le centre d'inertie du solide (M).

- L'énergie potentielle élastique du ressort est nulle lorsqu'il est détendu

2) En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle régissant le mouvement de (M).

3) a- En déduire la nature du mouvement de (M). Établir son équation horaire.

b- Calculer l'énergie mécanique de ce système.

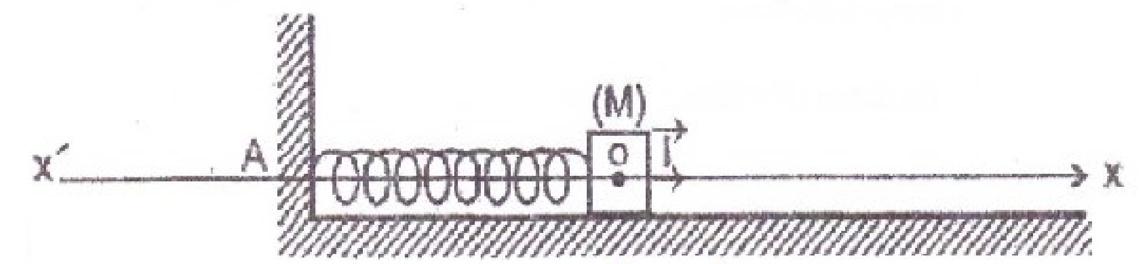


figure 2

1) $E_m=E_c+E_{Pe}+E_{Pp}$ → $E_m=\frac{1}{2}kx^2+\frac{1}{2}m\dot{x}^2$

2) Équation différentielle

Em = cte → $\frac{dE_m}{dt}=0$ → $\frac{dE_m}{dt}=\frac{1}{2}m(2\dot{x}\ddot{x})+\frac{1}{2}k(2x\dot{x})=0$

d'où $\ddot{x}+\frac{k}{m}x=0$

3) a- Équation horaire

nature du mouvement : MRS et $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=10 rad.s^{-1}$

$x = x_m \sin(10t + \frac{\pi}{2})$ → $x = 4.10^{-2} \sin(10t + \frac{\pi}{2})$

b- Calcul de l'énergie mécanique

$$E_m = \frac{1}{2} k x_m^2 = 16.10^{-3} J$$