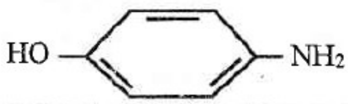
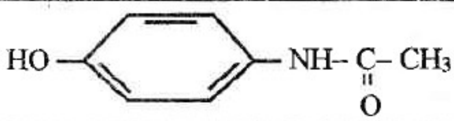
Corrigé Bacc SPC série S session 2022

1. Les grandes catégories de réactions en chimie organique

Le paracétamol est un médicament utilisé comme analgésique et antipyrétique. On l'obtient par réaction entre le para-aminophénol et l'anhydride éthanoïque en milieux aqueux.

Le tableau suivant récapitule les données concernant ces composés.

Composés	Formules semi-développées	Masse molaire M ($g.mol^{-1}$)	Masse volumique ρ ($g.cm^{-3}$)
Para-aminophénol		109	-
Paracétamol		151	-
Anhydride éthanoïque	$CH_3-\underset{\underset{O}{\parallel}}{C}-O-NH-\underset{\underset{O}{\parallel}}{C}-CH_3$	102	1,08
Acide éthanoïque	$CH_3-C\begin{smallmatrix}\nearrow O \\ \searrow OH\end{smallmatrix}$	60	-

On mélange dans un ballon une masse m_1 = 2,18g de para-aminophénol avec V_2 = 3mL d'anhydride éthanoïque. On chauffe à reflux pendant 20mn.Après refroidissement, on verse le mélange dans un bécher contenant de l'eau glacée, le paracétamol brut se précipite.Après lavage et purification, on obtient 1,7g de paracétamol purifié.

1) a- Écrire l'équation bilan de la réaction de synthèse de paracétamol

A quelle catégorie de réaction appartient-elle ?

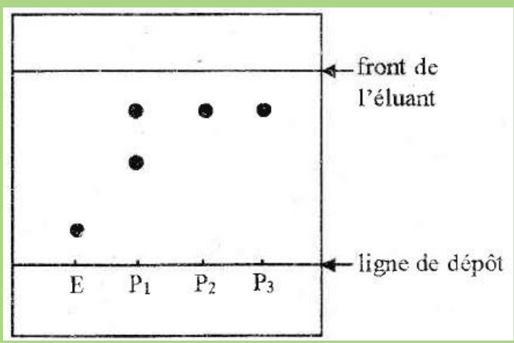
b- Quel est l'avantage du chauffage à reflux ?

2) a- Calculer les quantités de matières des réactifs introduits

b- Déterminer le réactif limitant (on peut s'aider du tableau d'avancement)

3) Calculer le rendement de cette synthèse.

4) Afin de vérifier la pureté du produit formé, on réalise une chromatographie sur couche mince . Après révelation, on obtient le chromatogramme suivant :

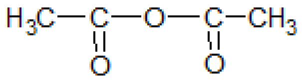


E : para-aminophénol
P_1 : paracétamol brut
P_2 : paracétamol purifié
P_3 : paracétamol pharmaceutique

Interpréter le chromatogramme obtenu.

1) **Attention:**La formule de l'anhydride éthanoique dans le tableau ci-dessus est fausse.

La vraie formule est :



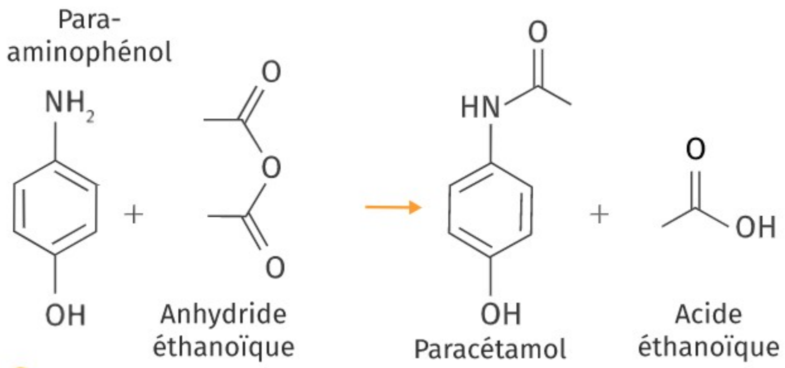
et de formule brute $C_4H_6O_3$

a- Réaction de synthèse du paracétamol :

para-aminophénol + anhydride éthanoïque → paracétamol + acide éthanoïque

FB: C_6H_7ON + $C_4H_6O_3$ → $C_8H_9O_2N$ + $C_2H_4O_2$

FSD:



La réaction de synthèse du paracétamol est une **réaction de substitution.**

b- Avantages du chauffage à reflux :

- la solubilité du para-aminophénol augmente avec la température
- le chauffage à reflux permet d'accélérer l'hydrolyse de l'anhydride éthanoïque qui est en excès.

2) a- Quantités de matières des réactifs :

M(C_6H_7ON) = M_1 = 109g/mol ; M($C_4H_6O_3$) = M_2 = 102g/mol ; ρ_2 = 1,08g/cm^3

para-aminophénol : $n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{2,18}{109} = 0,02\,mol$

anhydride éthanoïque : $m_2 = \rho_2 . V_2 = 1,08 . 3 = 3,24g$

$$n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{3,24}{102} = 0,032\,mol$$

b- Réactif limitant :

on remarque que $n_2 > n_1$, or 1mol d'anhydride éthanoïque réagit avec 1mol de para-aminophénol donc le **para-aminophénol** est le **réactif limitant**.

3) Rendement de cette synthèse

masse théorique de paracétamol obtenue : $m_{th} = n_1 \times M(C_8H_9O_2N) = 0,02 \times 151 = 3,02g$

masse de paracétamol purifié est m = 1,7g

donc : $r = \frac{m}{m_{th}} = \frac{1,7}{3,02} = 0,563$ soit **56,3 %**

4) D'après CCM, le P_2 et P_3 même hauteur ce qui veut dire que le paracétamol est pur.

2. Transformations chimiques en solution aqueuse

Les solutions sont à 25ºC . On donne les couples redox ($C_2H_4O_2$ / C_2H_6O) et (O_2 / H_2O) .

On produit du vinaigre à partir d'une boisson alcoolisée comme le vin, par fermentation , en présence de dioxygène O_2, l'éthanol C_2H_6O contenu dans le vin est transformé en acide éthanoïque $C_2H_4O_2$ et en eau.

1) Écrire les deux demi-équations redox, ainsi que l'équation bilan modélisant la transformation de l'éthanol du vin en acide éthanoïque sous l'action du dioxygène.

2) Après quelques jours de fermentation, on souhaite déterminer la quantité d'acide éthanoïque obtenue. Pour cela, on réalise un titrage pH-métrique d'un volume V_A = 10mL du vinaigre obtenu par une solution de soude NaOH de concentration C_B = 0,2mol/L.

L'équivalence acido-basique est obtenue quand on a versé V_B = 42mL de soude.

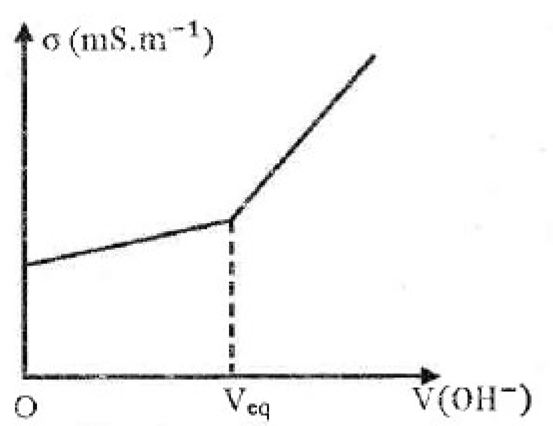
a- Écrire l'équation bilan support de ce titrage

b- Montrer que la concentration de l'acide éthanoïque dans ce vinaigre est C_A = 0,84mol/L.

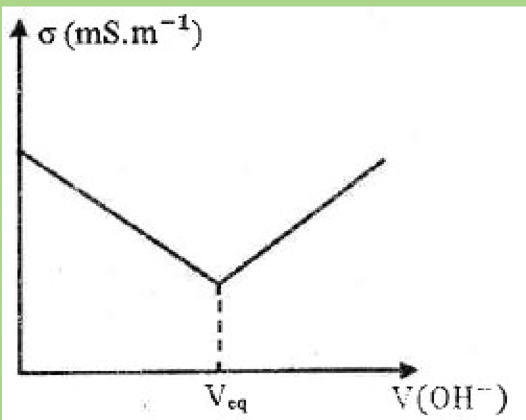
3) Pour V_B = 0mL , le pH du vinaigre est de 2,4. Déterminer le pK_A du couple .($C_2H_4O_2$ / $C_2H_3O_2^-$) présent dans le vinaigre.

4) On peut réaliser un dosage conductimétrique du vinaigre par une solution de soude pour vérifier la quantité d'acide éthanoïque formée.

Laquelle des représentations ci-dessous correspondrait à ce dosage ? Justifier.



Représentation 1



Représentation 2

Données : les conductivité ioniques molaires à 25ºC

ions	H_3O^+	OH^-	Na^+	$C_2H_3O_2^-$
λ ($mS.m^2.mol^{-1}$)	34,96	19,8	5,01	4,09

La conductivité de la solution : $\sigma = \sum \lambda_i [x_i]$ σ en $mS.m^{-1}$

[x_i] : concentration ionique molaire de l'ion i ; λi : conductivité ionique molaire de l'ion i

1) Les deux demi-équations redox

$$C_2H_6O + H_2O \rightarrow C_2H_4O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

$$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$$

$$C_2H_6O + O_2 \rightarrow C_2H_4O_2 + H_2O$$

2) a- Équation bilan du support de dosage

$$C_2H_4O_2 + OH^- \rightarrow C_2H_3O_2^- + H_2O$$

ou $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$

b- Concentration de l'acide éthanoïque :

$$C_A = \frac{C_B V_B}{V_A} = 0{,}84\, mol/L$$ cqfd

3) Détermination du pK_A :

$[H_3O^+] = 3{,}98.10^{-3}$mol/L $[OH^-] = 2{,}51.10^{-11}$mol/L

$[C_2H_3O_2^-] = [H_3O^+] = 3{,}98.10^{-3}$mol/L $[C_2H_4O_2] = C_A - [C_2H_3O_2^-] = 0{,}836$mol/L

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

D'après la relation d'Henderson : $pK_A = pH - \log\frac{[C_2H_4O_2^-]}{[C_2H_4O_2]} = 4{,}7$

ou $pH = \frac{1}{2}(pK_A - logC_A) \rightarrow pK_A = 2\,pH - logC_A = 4{,}7$

4) Il s'agit de la représentation 1 car quand on verse la soude , la quantité de $C_2H_3O_2^-$ augmente après le point d'équivalence.

3. Physique atomique et nucléaire

1. Le réacteur d'un sous-marin nucléaire fonctionne à l'aide de l'uranium riche en isotope 235. Le noyau d'uranium 235 subit différentes fissions dont la plus fréquente est la suivante :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{138}_{Z}X + ^{95}_{40}Zr + x\,^{1}_{0}n$$

Le réacteur consomme 550kg d'uranium 235 pendant un an de fonctionnement.

a- Déterminer Z , x , X

b- Calculer l'énergie libérée par cette réaction nucléaire

c- En déduire , en joule, l'énergie totale produite en une année.

2. On dispose d'un échantillon de poutre en bois contenant initialement 1mg de carbone $^{14}_{6}C$ radioactif émetteur β- . La période de désintégration du carbone $^{14}_{6}C$ est de 5570 ans.

a- Quelle masse de carbone $^{14}_{6}C$ reste-t-il après 16710 ans?

b- Calculer l'âge de cet échantillon si l'activité en $^{14}_{6}C$ a diminué de 6%.

Données :

m(^{235}U) = 34,99333u — Nombre d'Avogadro : $\mathcal{N}_A = 6{,}02.10^{23} mol^{-1}$

m(^{95}Zr) = 94,88604u — $1u = 931{,}5\ MeV/c^2$

m(^{138}X) = 137,90067u — $1eV = 1{,}6.10^{-19} J$

m($^{1}_{0}n$) = 1,0086u — $1MeV = 10^6 eV$

extrait de tableau de classification périodique : $_{51}Sb$ $_{52}Te$ $_{53}I$ $_{54}Xe$

1) a- $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{138}_{Z}X + ^{95}_{40}Zr + x\,^{1}_{0}n$

conservation de nombre de charge **Z = 52**

conservation de nombre de masse **x = 3**

par suite, **X = Te**

b- Énergie libérée : $E_\ell = \Delta m.c^2 = [mX + mZr + 3mn) - mU]c^2.931{,}5MeV/c^2 =$ **-176,44MeV**

c- Énergie totale : $E = \frac{m}{M}.\mathcal{N}A.E_\ell = 3{,}96.10^{16} J = 2{,}485.10^{23} MeV$

2) a- Masse de carbone restante

$n = \frac{t}{T} = 3 \quad \rightarrow \quad m = \frac{m_0}{2^3} = 0{,}125\,mg$

b- Age de l'échantillon

$A = A_0 e^{-\lambda t} = 0{,}94\,A_0 \quad \rightarrow \quad t = \frac{-T.\ln 0{,}94}{\ln 2} \quad \rightarrow$ **t = 497 ans**

4. Électromagnétisme

Partie A

Une plaque à induction comprend un inducteur bobiné avec un fil de Litz, qui est placé sur une surface en vitrocéramique. Quand on utilise une plaque à induction, on constate que le dessus de la plaque n'est pas chaud tandis que la casserole est bien chauffé.

1. D'où vient le courant sur le dessous de la casserole et qui la chauffe?
2. Quel phénomène physique explique ce fait?\

1. Le courant provient de la variation du champ magnétique dans la bobine.
2. Phénomène d'induction électromagnétique.

Partie B

Le circuit d'un récepteur radio comprend un circuit constitué d'une bobine d'inductance L = 0,1H et de résistance R = 45Ω montée en série avec un condensateur dont la capacité C est réglable. Les ondes hertziiennes reçues par l'antenne sont transformées en tension sinusoïdale u(t) qui impose une oscillation forcée au circuit. u(t) = 10√2 sin (200πt) en V

1- La capacité du condensateur est fixée d'abord à C = 10μF. Construire le diagramme de Fresnel relatif au circuit. Échelle : 1cm ↔ 20Ω.

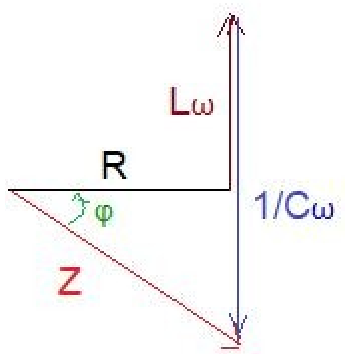
2- Établir l'expression de l'intensité de courant instantanée i(t)

3- Pour quelle valeur de la capacité C_0 du condensateur la réception est-elle optimale? À cet instant, le circuit sera en résonance.

4. Calculer la largeur Δω de la bande passante en pulsation à -3dB de ce circuit.

1- L = 0,1H ; R = 45Ω ; C = 10μF échelle 1cm ↔ 20Ω

$Z_L = L\omega = 62{,}83\Omega$; $Z_C = \frac{1}{C\omega} = 159{,}15\Omega$; $Z = 106{,}13\Omega$



2- Intensité du courant instantanée

i(t) = I√2 sin(ωt + φ)

Intensité efficace : $I = \frac{U}{Z} = 9{,}42.10^{-2} A$

Déphasage : $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = 0{,}424$ → φ = 1,132 rad

l'intensité instantanée : **i(t) = 9,42.10-2√2sin(200πt + 1,132)**

3- Valeur de la capacité à la résonance

$$C_0 = \frac{1}{L\omega_0^2} \quad \rightarrow \quad \mathbf{C_0 = 0{,}25.10^{-6}F = 0{,}25\mu F}$$

4- Largeur de la bande de fréquence : $\Delta\omega = \frac{R}{L}$ AN **Δω = 450rad/s**

5. Mécanique

Partie A

Depuis la base de Kourou en Guyane, proche de l'équateur, à 6° de latitude, un tir de la fusée Ariane a placé en orbite un satellite de communication (S). Ce satellite supposé ponctuel doit être stationnaire. Il est en orbite dans le plan équatorial à une altitude h de la surface de la terre. Pour étudier le mouvement de (S) dans le référentiel géocentrique supposé galiléen, on choisit un repère (S, $\vec{t}$, $\vec{n}$)

$\vec{t}$: vecteur unitaire tangent à la trajectoire et orienté dans le sens du mouvement

$\vec{n}$: vecteur unitaire normal à la trajectoire et orienté vers le centre O de la terre

On admet que le satellite (S) est soumis uniquement à la force gravitationnelle terrestre.

$\vec{F}=G.\frac{M_S.M_T}{(R_T+h)^2}\vec{n}$ Où M_S : masse de satellite (S) ; M_T ; masse de la terrestre

h : altitude ; R_T : rayon de la terre G : constante de gravitation universelle

1- En appliquant la 2e loi de Newton, établir l'expression vectorielle de l'accélération $\vec{a}_S$ du satellite en fonction de G , M_T , R_T et h . En déduire la nature du mouvement du satellite.

2- Établir l'expression littérale de la vitesse linéaire v_S du satellite et celle de sa période T_S en fonction de G , M_T , R_T et h.

3- Calculer l'altitude h à laquelle doit se trouver le satellite pour qu'il soit géostationnaire.

Données : M_T = 5,98.10^{24}kg ; R_T = 6370km ; G = 6,67.10^{-11}SI

Période de rotation de la terre sur elle même : T_T = 86164s

1- Expression vectorielle de l'accélération $\vec{a}_S$

$$\vec{F}=G.\frac{M_S.M_T}{(R_T+h)^2}\vec{n}=M_S.\vec{a}_S \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{\vec{a}_S=\frac{GM_T}{(R_T+h)^2}\vec{n}}$$

Nature du mouvement : sur t't $\rightarrow$ $a_t=\frac{dv}{dt}=0$ $\rightarrow$ v = cte mouvement uniforme

sur n'n : $a_n=\frac{GM_T}{(R_T+h)^2}=\frac{v_S^2}{(R_T+h)}$ $\rightarrow$ $R_T+h=\frac{GM_T}{v_S^2}=cte$

Le mouvement est circulaire uniforme

2- Expression de la vitesse : $v_S=\sqrt{\frac{GM_T}{R_T+h}}$

3- Période : $T=\frac{2\pi}{\omega}$ $\rightarrow$ $\omega=\frac{v_S}{R_T+h}$ $\rightarrow$ $T_S=2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{4\pi^2}}$

$\frac{T_S^2}{4\pi^2}=\frac{(R_T+h)^3}{GM_T}$ $\rightarrow$ $\boldsymbol{h=\sqrt[3]{\frac{G.M_T.T_S^2}{4\pi^2}}-R_T}$ AN : **h = 35800km**

Partie B

Prendre g = 10m/s^2

Un enfant joue sur un tabouret de jouet . Le tabouret est constitué :

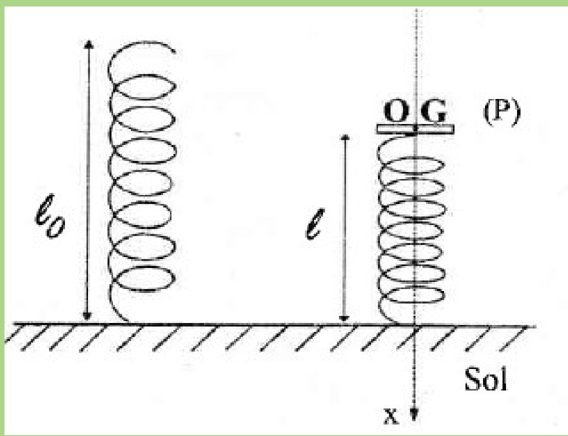
- d'un plateau (P) de centre d'inertie G et de masse m = 400g
- d'un ressort vertical à spires non jointives, fixé au sol, de constante de raideur k = 40N /m de longueur à vide ℓ_0 = 20cm

1- Calculer la longueur ℓ du ressort dans la position d'équilibre indiquée par la figure.

2- L'enfant s'assoit sur le plateau (P) qui s'abaisse d'une longueur 2cm , puis il se lève et abandonne le système {plateau + ressort} sans vitesse initiale à l'instant t_0 = 0s.

a- Établir l'équation différentielle régissant le mouvement du système

b- Écrire son équation horaire x(t)



1- Longueur du ressort , condition d'équilibre : $\vec{P}+\vec{T}_0=\vec{0}$ sur x'x : mg – k$\Delta\ell$ = 0

→ mg - k($\ell_0 - \ell$) = 0 → $\ell_0 - \ell = \frac{mg}{k}$ → $\ell = \ell_0 - \frac{mg}{k}$

ℓ = 0,1m = 10cm

2- a- Équation différentielle :

TCI : $\vec{P}+\vec{T}=m\vec{a}$ sur x'x : mg – k ($\Delta\ell$ + x) = m $\ddot{x}$ or mg – k$\Delta\ell$ = 0 alors

-kx = m $\ddot{x}$ d'où $\ddot{x}+\frac{k}{m}x=0$

b- Équation horaire :

x = x_m sin (ωt + φ) amplitude x_m = 2.10^{-2}m

pulsation $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=10\,rad/s$

phase φ : t=0 $\left\{\begin{matrix} x_0=x_m \\ \sin\varphi=1 \end{matrix}\right\} \rightarrow \varphi=\frac{\pi}{2}$

$x=2.10^{-2}\sin(10t+\frac{\pi}{2})$ ou $x=2.10^{-2}\cos 10t$