



Épreuve : P.C.T. (N 333)

BACCALAUREAT 2026

SESSION NORMALE DE JUIN 2026 ÉLÉMENTS DE RÉPONSE & GRILLE DE CORRECTION



Série D

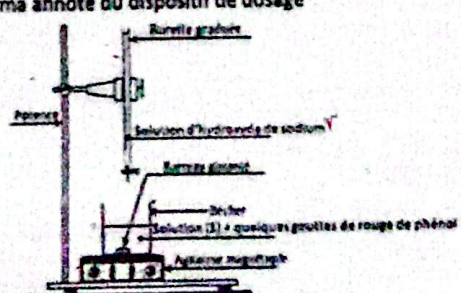
A/ CHIMIE ET TECHNOLOGIE (38 pts) Partie 1 : Mobilisation des ressources (14 pts)

1.						
1.1.	Détermination de la forme prédominante pour un couple acide-base AH/A ⁻ Pour un couple acide-base AH/A ⁻ , la relation liant le pH et le pKa s'écrit : $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$		- $\text{pH} < \text{pKa} \Rightarrow \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]} < 0$, donc $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]} < 1$, soit $[\text{A}^-] < [\text{AH}]$. L'espèce AH prédomine sur l'espèce A⁻. - $\text{pH} > \text{pKa} \Rightarrow \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]} > 0$, donc $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]} > 1$, soit $[\text{A}^-] > [\text{AH}]$. L'espèce A⁻ prédomine sur l'espèce AH.			
4	C ₁ : Pertinence (La production se rapporte à la consigne)		C ₂ : Adéquation (La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation)		C ₃ : Cohérence (La production est bien raisonnée)	
	Une détermination de la forme prédominante lorsque pH < pKa et pH > pKa est faite.	0,5	La production : - exploite la relation $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$; - s'appuie sur le signe de pH-pKa.	0,5 1 x 2	- L'espèce AH prédomine sur l'espèce A⁻ si pH < pKa. - L'espèce A⁻ prédomine sur l'espèce AH si pH > pKa.	0,5 0,5
1.2.	Définition d'une solution tampon Une solution tampon est un mélange d'un acide faible et de sa base conjuguée dont le pH est égal ou voisin de pKa du couple acide/base correspondant.					
4						
C ₁		C ₂		C ₃		

3	Un schéma annoté du dispositif de dosage colorimétrique de la vitamine C est fait.	0,5	- Le schéma annoté comporte : - la burette graduée ; - le béccher ; - le dispositif d'agitation.	0,5 0,5 0,5	La burette contient la solution d'hydroxyde de sodium et le béccher, celle de la vitamine C et l'indicateur coloré utilisé	0,5x3
2.2	Une description du repérage de l'équivalence acido-basique est faite.	0,5	La production évoque le changement de couleur.	0,5	La production évoque le passage de la teinte jaune à l'orange	0,5
2.3	Établissement de la relation (R) et justification du choix du rouge de phénol Établissement de la relation (R) Equations des réactions chimiques dans le mélange Décrivons l'acide ascorbique de formule $C_6H_8O_6$ par AH et sa base conjuguée par A $AH + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$ (1) $NaOH \xrightarrow{aq} Na^+ + OH^-$ (2) $2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$ (3) Bilan qualitatif des espèces chimiques dans le mélange $H_3O^+, OH^-, Na^+, A^-, AH$ et H_2O Expression des concentrations des espèces chimiques dans le mélange $[H_3O^+] = 10^{-pH_E}$, $[OH^-] = 10^{-pH_E + pH_E}$ et $[Na^+] = \frac{C_N V_{NE}}{V_A + V_{NE}}$ La relation d'électroneutralité s'écrit : $[H_3O^+] + [Na^+] = [A^-] + [OH^-]$ (a) $[A^-] = [H_3O^+] + [Na^+] - [OH^-]$ L'équation-bilan du dosage : $AH + OH^- \rightarrow A^- + H_2O$, montre qu'à l'équivalence, le mélange est basique du fait de l'espèce basique A^- qui se forme. Ainsi, $[H_3O^+] \ll [OH^-]$, d'où $[A^-] = [Na^+] - [OH^-]$ Par ailleurs, en négligeant $[OH^-]$ devant $[Na^+]$ (ion spectateur en quantité	0,5	majoritaire dans le mélange), on a : $[A^-] = [Na^+] (a)$ La relation de conservation de la matière de AH s'écrit : $[AH]_0 = [AH]_t + [A^-]_t$ soit $[AH] = [AH]_0 - [A^-]$ On a $[AH] = [AH]_0 - [Na^+] + [OH^-]$, $[AH] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_{NE}} - \frac{C_N V_{NE}}{V_A + V_{NE}} + [OH^-]$ A l'équivalence, $C_A V_A = C_N V_{NE}$ alors $[AH] = [OH^-] (b)$ La relation entre pH et pKa s'écrit : $pH = pKa + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$ En tenant compte de (a) et (b), $pH_E = pKa + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$ $pH_E = pKa + \log \frac{C_N V_{NE}}{C_A V_A - C_N V_{NE}} - pH_E + pKa$ $pH_E = 7 + \frac{1}{2} pKa + \frac{1}{2} \log \frac{C_N V_{NE}}{C_A V_A - C_N V_{NE}}$ AN : $C_B = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, $V_A = 50 \text{ mL}$, $V_{NE} = 15,3 \text{ mL}$, $pKa = 4,1$ $pH_E = 7 + \frac{1}{2} \times 4,1 + \frac{1}{2} \log \left(\frac{2,0 \times 10^{-2} \times 15,3}{50 - 15,3} \right)$, $pH_E \approx 7,9$ Conclusion On constate que $pH_E \in [6,8, 8,4]$ donc le rouge de phénol est un indicateur coloré approprié pour le dosage. D ou son choix.	0,5x3 0,5	- Justification du choix du rouge de phénol comme l'indicateur coloré du dosage - Calcul de pH_E	0,5
6	Un établissement de la relation (R) est fait.	0,5	- La production s'appuie sur : - les équations des réactions (1), (2) et (3) ; - le bilan qualitatif des espèces ; - l'exploitation de (a) et (b) ;	0,5x3 0,5	La production aboutit, sans contradiction interne, à la relation (R)	0,5

	Une définition d'une solution tampon est donnée.	0,5	La définition donnée est celle attendue.	3,5
2.3	Ecriture de l'équation de la réaction d'estérification d'un acide carboxylique par un alcool primaire et définition de la limite de cette réaction - Equation de la réaction La formule générale d'un acide carboxylique est $R - COOH$ et celle d'un alcool primaire est $R' - CH_2 - OH$. Ainsi, l'équation de la réaction d'estérification s'écrit : $R - COOH + R' - CH_2 - OH \rightleftharpoons R - COO - CH_2 - R' + H_2O$. - Définition de la limite de la réaction d'estérification La limite d'estérification est le quotient du nombre de mole d'ester obtenu à l'équilibre au nombre d'ester si la réaction était totale.	0,5	La définition donnée est celle attendue.	3,5
6	- Une équation de la réaction d'estérification d'un acide carboxylique est écrite. - Une définition de la limite d'estérification est donnée.	0,5 0,5	- La production utilise les : - réactifs : $R - COOH$ et $R' - CH_2OH$; - produits : $R - COO - CH_2 - R'$ et H_2O. - La définition donnée est celle attendue.	0,5x2 0,5x2 2
	L'équation-bilan de la réaction traduit une réaction réversible.			1

Partie 2 : Résolution de problèmes (24 pts)

2.	
2.1.	Schéma annoté du dispositif de dosage et repérage de l'équivalence - Schéma annoté du dispositif de dosage  Schéma annoté du dispositif de dosage de la solution (S) par la solution d'hydroxyde de sodium - Repérage de l'équivalence acido-basique Avant l'équivalence, le mélange a la teinte jaune (teinte acide du rouge de phénol). Le virage de la teinte jaune à la teinte orange marque l'équivalence acido-basique et le volume d'hydroxyde de sodium correspondant est le volume versé à l'équivalence.

			-le calcul de la masse d'acide dans un comprimé : $m_{\text{exp}} = m + m_1$: (476,3 mg) ;	0,5	
			-la comparaison m_{exp} à 500 mg.	0,5	

3.

3.1.

Noms des groupes fonctionnels présents dans la molécule de la benzocaïne

La formule de la benzocaïne contient le groupe fonctionnel ester $-\text{COO}-$ et le groupe fonctionnel amino ou amine primaire $-\text{NH}_2$.

	C_1		C_2		C_3
1.5	Un nom de chacun des groupes fonctionnels présents dans la molécule de la benzocaïne sont donné.	0,5	La production évoque le groupe fonctionnel ester $-\text{COO}-$ et le groupe fonctionnel amino $-\text{NH}_2$.	0,5x2	

3.2.

Explication de l'usage du chauffage à reflux et de l'ajout de l'acide sulfurique

- Usage du chauffage à reflux
 - Le chauffage élève la température du milieu réactionnel et par conséquent accélère la réaction qui se déroule dans le ballon.
 - Le reflux évite la perte de matière des réactifs et produits. En effet, les vapeurs qui montent dans la colonne réfrigérante s'y condensent et retournent dans le ballon à l'état liquide.
- Rôle de l'acide sulfurique : Il accélère la réaction de la synthèse réalisée, permettant de vite atteindre l'équilibre chimique.

	C_1		C_2		C_3
2.5	• Une explication de l'usage du chauffage à reflux est donnée.	0,5	• La production évoque que : - le chauffage accélère la réaction ; - le reflux évite la perte de matière des produits et réactifs.	0,5x2	
	• Une explication de l'ajout de l'acide sulfurique est donnée.	0,5	• La production indique que l'ajout de l'acide sulfurique accélère la réaction de synthèse.	0,5	

3.3.

Calcul et interprétation du rendement r de la synthèse de la benzocaïne

- Calcul du rendement r

Equation-bilan de la réaction

$$\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH} + \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$$

Soient n_1 et n_2 les quantités de matière initiales respectives de l'acide 4-aminobenzoïque et de l'éthanol. On a :

$$\text{On a donc : } r = \frac{m_{\text{M}_1}}{m_1 M}$$

$$\text{AN : } m = 1,1 \text{ g ; } M = 165 \text{ g.mol}^{-1} ; m_1 = 1,3 \text{ g ; } M_1 = 137 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$r = \frac{1,1 \times 137}{1,3 \times 165} ; r = 0,7026 \text{ soit } r \approx 70,3\%$$

- Interprétation

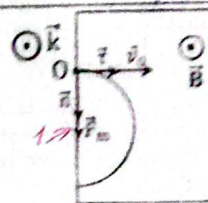
La synthèse est réalisée avec un acide carboxylique et un alcool primaire en excès. L'utilisation de l'alcool en excès déplace l'équilibre chimique

Direction Générale de l'Office du Baccalauréat / Direction de l'Organisation Technique de l'Examen

Page 5 sur 18

		la relation entre pH et pKa		0,5x2	
		0,5		0,5	
Une justification du choix de l'indicateur coloré approprié est donnée.		0,5	La justification exploite le calcul de la valeur du pH à l'équivalence : $\text{pH}_E = 7,9$	0,5	La production établit que le pH à l'équivalence se trouve dans la zone de virage du rouge de phénol
2.3. Forme prédominante du couple $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6/\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ dans l'estomac et justification de l'inscription 500 mg					
Forme prédominante du couple $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6/\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ dans l'estomac					
Le pH de l'estomac est voisin de 1. Or le pKa du couple $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6/\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ est 4,1. Puisque $\text{pH} < \text{pKa}$ ($1 < 4,1$), la forme prédominante du couple est l'acide ascorbique $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.					
Justification de l'inscription 500 mg					
Calcul de la masse m d'acide ascorbique dans un comprimé					
Equation-bilan de la réaction du dosage					
$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^- + \text{H}_2\text{O}$					
D'après cette équation, à l'équivalence acido-basique, $n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = n(\text{OH}^-)$; soit $C_A V_A = C_B V_{BE}$.					
Or $C_A = \frac{m}{MV} \Rightarrow \frac{m}{MV} V_A = C_B V_{BE}$; $m = \frac{MVC_B V_{BE}}{V_A}$					
AN : $M = 176 \text{ g.mol}^{-1}$; $V = 200 \text{ mL}$; $0,2 \text{ L}$; $C_B = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$; $V_{BE} = 15,3 \text{ mL}$ et $V_A = 50,0 \text{ mL}$.					
$m = \frac{176 \times 0,2 \times 2 \times 10^{-2} \times 15,3}{50,0}$; $m = 0,2152 \text{ g}$; soit $m = 215 \text{ mg}$					
	C ₁		C ₂		C ₃
5	Une forme prédominante du couple $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6/\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-$ dans l'estomac est donnée.	0,5	La production s'appuie sur la comparaison du pH de l'estomac au pKa du couple auquel appartient l'acide ascorbique.	0,5	La forme prédominante du couple est l'acide ascorbique $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.
	Une justification de l'inscription 500 mg figurant sur l'étiquette du médicament est faite.	0,5	- La production utilise : $n(\text{AH})_{\text{dosé}} = n(\text{OH}^-)_E$ $C_A = \frac{m}{M(\text{AH}) \cdot V}$ $\frac{m_1}{M(\text{AH})} = \frac{m}{M(\text{ANa})}$	0,5 0,5 0,5	La conclusion est en accord avec le résultat de la comparaison.

2	- La relation $A = A_0 e^{-\lambda t}$ est établie. - Une définition de chacune des constantes A_0 et λ est donnée.	0,5 0,5	- La production exploite : - la relation $-dN = \lambda N dt$; - la relation $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$; - la définition de l'activité d'une source radioactive : $A = -\frac{dN}{dt}$. - La production indique que : A_0 est l'activité de la source radioactive à la date $t = 0$ s. λ est la constante radioactive du noyau radioactif.	0,5 1 1 0,5 0,5	La production aboutit à 0,5 $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ sans contradiction interne.	0,5
1.2.	Choix de la bonne expression L'énergie d'un photon de longueur λ, de fréquence ν qui se déplace dans le vide à la vitesse c, est donnée par l'expression : $E = h \cdot \nu$					
2.5	C₁ Un choix de la bonne expression de l'énergie d'un photon est fait.	C₂ L'expression choisie est b) : $E = h \cdot \nu$.	2	C₃		
1.3.	Preuve qu'une particule de charge q et de masse m, qui pénètre dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ avec un vecteur vitesse $\vec{v}_0$ orthogonal à ce dernier, a un mouvement plan, uniforme et circulaire. Expression du vecteur accélération $\vec{a}$ du mouvement de la particule Système : particule de masse m et de charge q ($q > 0$) Référentiel : référentiel terrestre supposé galiléen. Repère : $(O ; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ tel que $\vec{B} = B \vec{k}$		Bilan des forces sur la particule : - la force magnétique $\vec{F}_m$; - le poids $\vec{P}$ de la particule ($P \ll F_m$). Schéma (voir ci-contre) Le théorème du centre d'inertie appliqué à la particule à l'instant t s'écrit $\vec{F}_m = m \vec{a}$. Or $\vec{F}_m = q \vec{v} \wedge \vec{B}$, donc $q \vec{v} \wedge \vec{B} = m \vec{a}$; soit $\vec{a} = \frac{q}{m} \vec{v} \wedge \vec{B}$			



9/10 1 9/10 ②	$n_1 = \frac{m_1}{M_1}$; AN : $n_1 = \frac{1.3}{137}$; $n_1 \approx 9,5 \times 10^{-3}$ mol $n_2 = \frac{m_2}{M_2}$; $n_2 = \frac{pV_2}{M_2}$; AN : $n_2 = \frac{0,79 \times 17,5}{46}$; $n_2 \approx 3,0 \times 10^{-1}$ mol $\frac{n_1}{1} < \frac{n_2}{1}$, l'acide 4-aminobenzonique est le réactif limitant. Le rendement de la réaction s'écrit alors $r = \frac{n(\text{benzocaine})_{\text{obtenu}}}{n_1}$ avec $n(\text{benzocaine})_{\text{obtenu}} = \frac{m}{M}$		d'estérification-hydrolyse dans le sens de l'estérification, améliorant ainsi le rendement de la réaction. C'est pourquoi le rendement de la synthèse avoisine 70,3% dépassant la valeur 67% pour un mélange équimolaire d'acide carboxylique et d'alcool primaire. 9/10	
	C ₁		C ₂	
④	• Un calcul du rendement de la synthèse de la bazocaine est fait.	0,5	• Le calcul du rendement prend en compte : - l'identification du réactif limitant ; - l'expression $r = \frac{n(\text{benzocaine})_{\text{obtenu}}}{n_1}$.	0,5 0,5
	• Une interprétation du rendement de la synthèse est faite.	0,5	• La production : - compare r à 67% ; - évoque que l'éthanol est un alcool primaire et utilisé en excès.	0,5 0,5
			C ₃	
			• L'expression du rendement est $r = \frac{m \cdot M_1}{m_1 \cdot M}$ et sa valeur est : $r \approx 70,3\%$	0,5
			• L'interprétation met en exergue le déplacement de l'équilibre chimique.	0,5

B/ PHYSIQUE ET TECHNOLOGIE (38 pts)
Partie 1 : Mobilisation des ressources (14pts)

1.1.	Établissement de la relation $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ et définition de A_0 et λ • Relation $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$ Soient N_0 le nombre de noyaux radioactifs à la date $t_0 = 0$ s ; N et $N + dN$, les nombres de noyaux radioactifs restants aux dates t et $t + dt$. Le nombre de noyaux désintégrés pendant l'intervalle de temps dt est $N - (N + dN) = -dN$. Ce dernier est proportionnel à N et à dt soit $-dN = \lambda N dt$. $dN = -\lambda N dt \Leftrightarrow \int \frac{dN}{N} = -\lambda \int dt$ alors $\ln N = -\lambda t + C$. $A_{t_0=0} = N_0$; $N = N_0$ alors $\ln N_0 = C$. Donc $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$.	L'activité $A(t)$ de la source radioactive est le nombre de désintégrations qui s'y produisent par seconde : $A(t) = -\frac{dN}{dt}$. On a $A(t) = -\frac{d(N_0 e^{-\lambda t})}{dt}$; $A(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$. En posant $A_0 = \lambda N_0$, on obtient $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$. • Définition de A_0 et λ . ✓ A_0 est l'activité de la source radioactive à la date $t = 0$ s. ✓ λ est la constante radioactive du noyau radioactif.
C ₁ : Pertinence (La production se rapporte à la consigne)	C ₂ : Adéquation (La production utilise les ressources visées par la situation d'évaluation)	C ₃ : Cohérence (La production est bien raisonnée)

		- la loi de conservation du nombre de charge électrique.		1	
2.2.	Vérification de la compatibilité de l'énergie des photons émis avec l'utilisation d'une gamma-caméra lors d'une scintigraphie Il s'agit de vérifier si la fréquence ν du rayonnement émis lors de la désintégration du technétium est supérieure ou égale à 3×10^{19} Hz. • Calcul de la fréquence ν $E = h\nu$ alors $\nu = \frac{E}{h}$	$A.N. : \nu = \frac{141 \times 1000 \times 1,6 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} ; \nu = 3,4 \times 10^{19} \text{ Hz}$ • Conclusion $3,4 \times 10^{19} \text{ Hz} > 3 \times 10^{19} \text{ Hz}$ L'énergie des photons émis lors de la désintégration du technétium 99 est compatible avec l'utilisation d'une gamma-caméra pour réaliser les clichés lors d'une scintigraphie.	C_1 Une vérification de la compatibilité de l'énergie des photons émis avec l'utilisation d'une gamma-caméra lors d'une scintigraphie est faite. 0,5	C_2 La production s'appuie sur : - l'expression de la fréquence du rayonnement émis : $\nu = \frac{E}{h}$; - la valeur de la fréquence : $\nu = 3,4 \times 10^{19} \text{ Hz}$; - la comparaison de la valeur de la fréquence calculée à $3 \times 10^{19} \text{ Hz}$. 1 1 0,5	C_3 La conclusion est en accord avec le résultat de la comparaison. 0,5
2.3.	Détermination de la durée pendant laquelle le patient doit respecter les prescriptions prévues. Tant que l'activité $A(t)$ du technétium 99 dans le corps du patient est supérieure à 3% de l'activité initiale A_0 injectée, il doit respecter les prescriptions prévues. $A(t) = 3\%A_0$ soit $A_0 e^{-\lambda t} = 3\%A_0 \Rightarrow e^{-\lambda t} = 3\%$ d'où $-\lambda t = \ln(0,03)$.	$t = \frac{-\ln(0,03)}{\lambda}$ Or $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ donc $t = \frac{-T \ln(0,03)}{\ln 2}$ $A.N. : T = 6 \text{ h}, t = 6 \times \frac{-\ln(0,03)}{\ln 2} ; t = 30,35 \text{ h}$ soit $t = 30 \text{ h } 21 \text{ min } 12 \text{ s}$. Ainsi, la durée pendant laquelle le patient doit respecter les prescriptions prévues est environ 1 jour 6 heures 22 min.	C_1 Une détermination de la durée pendant laquelle le patient doit respecter les prescriptions prévues est faite. 0,5	C_2 La détermination exploite les relations : - $A_0 e^{-\lambda t} = 3\%A_0$; - $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ 1 1	C_3 L'expression de la durée est telle que $t = \frac{-T \ln 3\%}{\ln 2}$ et sa valeur numérique est voisine de 1 jour 6 heures 22 min. 0,5

3.

On en déduit que $\vec{a} \perp \vec{v}$ (α) et $\vec{a} \perp \vec{B}$ (β). • Planéité du mouvement $\color{red}{A}$ $\vec{a} \perp \vec{B}$ et $\vec{B} \parallel \vec{k} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{k}$. Ainsi $a_z = 0 \Rightarrow v_z = \text{cste}$. $A \ t = 0, v_{0z} = 0 \Rightarrow v_z = 0$. Or $v_z = \frac{dz}{dt}$; $\frac{dz}{dt} = 0 \Rightarrow z = \text{cste}$. $A \ t = 0, z_0 = 0 \Rightarrow z = 0$. On conclut que le mouvement de la particule a lieu dans le plan $z = 0$ (1). • Mouvement uniforme $\color{red}{A}$ Le mouvement étant plan, choisissons la base de Frenet $(\vec{e}_t, \vec{e}_n)$. Dans cette base, on a : $\vec{a} = a_t \vec{e}_t + a_n \vec{e}_n$ et $\vec{v} = v_t \vec{e}_t$. De (α) on a : $\vec{a} \perp \vec{v}$.		Or $\vec{v} \parallel \vec{e}_t \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{e}_t$ alors $a_t = 0$. De plus $a_t = \frac{dv}{dt}$; $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = \text{cste} = v_0$. Ainsi, le mouvement de la particule est uniforme (2). • Trajectoire de la particule $\color{red}{A}$ De ce qui précède $\vec{a} = a_n \vec{e}_n$ donc $a = a_n$. Avec $a = \frac{q \vec{v} v.B \sin(\vec{v}, \vec{B}) }{m}$ et $\vec{v} \perp \vec{B}$, on a $a = \frac{q \vec{v} }{m} v.B$. Ainsi, $a = a_n$ devient $\frac{q \vec{v} }{m} v.B = \frac{v^2}{\rho}$ d'où $\rho = \frac{mv}{q B }$ (3). B, m, v et q sont des constantes alors $\rho = \text{cte}$. Par conséquent la trajectoire de la particule est circulaire (3). De (1) ; (2) et (3), on conclut que le mouvement de la particule est plan, uniforme et circulaire de rayon $R = \frac{mv_0}{q B }$.	
6.5	C_1 Une preuve que le mouvement de la particule est plan, uniforme et circulaire est établie. 0,5	C_2 La production : - précise le système, le référentiel et le bilan des forces ; - exploite un schéma sur lequel sont représentés les vecteurs $\vec{v}_0, \vec{B}$ et $\vec{F}_m$; - exploite l'application du théorème du centre d'inertie : $\vec{a} = \frac{q}{m} \vec{v} \wedge \vec{B}$; 1 1 1	C_3 La production établit sans contradiction interne que : - le mouvement est plan ; - le mouvement est uniforme ; - la trajectoire est circulaire. 1 $\times 3$

Partie 2 : Résolution de problèmes (24 pts)

2.1.	Détermination de la nature de la particule émise lors de la désintégration du molybdène Les noyaux de molybdène $^{99}_{42}\text{Mo}$ subissent une désintégration de type β pour donner des noyaux de technétium $^{99}_{43}\text{Tc}$. Ces derniers sont produits à l'état excité. Ils émettent alors un rayonnement gamma constitué de photons. L'équation-bilan traduisant la désintégration du molybdène s'écrit alors : $^{99}_{42}\text{Mo} \rightarrow ^{99}_{43}\text{Tc} + e^-$ En écrivant la conservation du nombre de charge : $42 = 43 + x$, on trouve $x = -1$. Donc la désintégration du molybdène émet un électron ^-_1e.	C_1 Une détermination de la nature de la particule émise lors de la désintégration du molybdène est faite. 0,5	C_2 La production exploite : - l'équation de la désintégration du molybdène : $^{99}_{42}\text{Mo}$ est le noyau-père et $^{99}_{43}\text{Tc}$, le noyau-fils. 1	C_3 La nature de la particule identifiée est accord avec le nombre de charge calculé. 1
------	---	--	--	---

	C ₁	C ₂	C ₃
4	Une preuve que les points d'impact des ions sur le collecteur sont différents est établie.	La production exploite : $R_1 = \frac{m_1 v_1}{eB}$, $v_1 = \sqrt{\frac{2eU}{m_1}}$ $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um_1}{e}}$ et la comparaison de R_1 à R_2.	La fonction principale du spectrographe de masse est de séparer des particules de même charge et de masses différentes.
3.3.	Attribution de chacune des trajectoires T et T' à l'ion correspondant et calcul de $d = CC'$ • Attribution $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um_1}{e}}$, $m_1 = 6m_p$, $m_2 = 7m_p$, alors $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{12Um_p}{e}}$ et $R_2 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{14Um_p}{e}}$ donc $R_2 > R_1$. Par ailleurs, le rayon de la trajectoire T' est supérieur à celui de la trajectoire T. Par conséquent, les trajectoires T et T' sont celles décrites respectivement par l'ion ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$.	Calcul de $d = CC'$ $d = OC' - OC$; $OC = 2R_1$; $OC' = 2R_2$; $d = 2(R_2 - R_1)$ $d = 2 \left(\frac{1}{B} \sqrt{\frac{14Um_p}{e}} - \frac{1}{B} \sqrt{\frac{12Um_p}{e}} \right)$; $d = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{Um_p}{e}} (\sqrt{14} - \sqrt{12})$ A.N : $d = \frac{2}{0.2} \sqrt{\frac{10^4 \times 1.67 \cdot 10^{-27}}{1.6 \times 10^{-19}}} (\sqrt{14} - \sqrt{12})$ $d = 2.83 \times 10^{-2} \text{ m}$ soit $d \approx 2.83 \text{ cm}$.	
4	Une attribution de chacune des trajectoires T et T' à l'ion correspondant est faite.	L'attribution utilise $R_2 > R_1$.	La production associe l'ion ${}^6\text{Li}^+$ à la trajectoire T et l'ion ${}^7\text{Li}^+$ à la trajectoire T'.
	Un calcul de la distance d est fait.	Le calcul exploite l'expression $d = 2(R_2 - R_1)$.	La production aboutit à : $d = \frac{2}{B} \sqrt{\frac{Um_p}{e}} (\sqrt{14} - \sqrt{12})$; $d \approx 2.83 \text{ cm}$.

CRITÈRE DE PERFECTIONNEMENT : Réalisation correcte de la situation de communication (4 pts)

INDICATEURS	NOTE	Conditions d'attribution de la note du critère de perfectionnement
-------------	------	--

3.1.	Preuve que les ions lithium ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$ ont la même énergie cinétique en O et expression de leurs vitesses respectives v_1 et v_2 • Preuve Système : un ion lithium de masse m_i et de charge $q = +e$ Référentiel : Référentiel terrestre supposé galiléen. Bilan des forces extérieures : le poids $\vec{P}$ de l'ion et la force électrostatique $\vec{F}_e$ ($P \ll F_e$). Le théorème de l'énergie cinétique appliqué à un ion se déplaçant de O' à O s'écrit $E_c(O) - E_c(O') = W_{O'O}(\vec{F}_e)$. $E_c(O') = 0$ et $W_{O'O}(\vec{F}_e) = qU_{P_1P_2} = eU$ donc $E_c(O) = eU$		Cette expression étant indépendante de la masse, l'énergie cinétique en O est la même pour les deux ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$. • Expression des vitesses respectives v_1 et v_2 On a $E_c(O) = eU \Rightarrow \frac{1}{2} m_i v_i^2 = eU$ soit $v_i = \sqrt{\frac{2eU}{m_i}}$ Pour l'ion ${}^6\text{Li}^+$ de masse $m_1 = 6m_p$, on a $v_1 = \sqrt{\frac{2eU}{6m_p}}$; $v_1 = \sqrt{\frac{eU}{3m_p}}$ Pour l'ion ${}^7\text{Li}^+$ de masse $m_2 = 7m_p$, on a $v_2 = \sqrt{\frac{2eU}{7m_p}}$; $v_2 = \sqrt{\frac{2eU}{7m_p}}$	
5.5	• Une preuve que les ions lithium ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$ ont la même énergie cinétique en O est établie.	• Une expression de chacune des vitesses v_1 et v_2 en fonction de e, U et m_p est établie.	• La production : - précise le système, le référentiel et le bilan des forces ; - utilise le théorème de l'énergie cinétique : $E_c(O) - E_c(O') = W_{O'O}(\vec{F}_e)$ et la relation $W_{O'O}(\vec{F}_e) = eU$. - La production exploite $E_c(O) = \frac{1}{2} m_i v_i^2$.	• La production aboutit à : - $E_c(O) = eU$; - la conclusion que l'énergie cinétique est la même pour les deux ions. • Les expressions sont $v_1 = \sqrt{\frac{2eU}{6m_p}}$ et $v_2 = \sqrt{\frac{2eU}{7m_p}}$
3.2.	Preuve que les points d'impact des ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$ sur le collecteur sont différents et déduction de la fonction principale du spectrographe de masse. • Preuve Avec la vitesse acquise en O, chaque ion pénètre dans la zone (II) où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure et orthogonal à sa vitesse $\vec{v}_i$. D'après le résultat de la consigne 1.3, un ion de masse m_i décrit dans cette zone, une trajectoire circulaire de rayon $R_i = \frac{m_i v_i}{eB}$. Comme $v_i = \sqrt{\frac{2eU}{m_i}}$, on a $R_i = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um_i}{e}}$		D'où le rayon de la trajectoire d'un ion dépend de sa masse. Puisque $m_1 \neq m_2$, $R_1 \neq R_2$, donc les points d'impact des ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$ sur le collecteur sont différents. • Déduction de la fonction principale du spectrographe de masse Les ions ${}^6\text{Li}^+$ et ${}^7\text{Li}^+$ ont la même charge et des masses différentes. Arrivés dans le champ magnétique $\vec{B}$ avec leurs vitesses respectives, ils décrivent respectivement les trajectoires T et T'. On en déduit que le spectrographe de masse sert à séparer des particules de même charge et de masses différentes.	

- L'écriture est facile à déchiffrer et sans rature.
- Les résultats sont bien présentés : expression littérale et application numérique mises en relief.
- Les exigences de la langue française sont respectées dans la production (règles d'orthographe et de grammaire).

1 pt

1 pt

2 pt

N.B. : L'attribution, à une copie, de la note de perfectionnement est conditionnée par l'obtention d'un total non arrondi de 50 points sur le total des 76 points affectés aux critères minimaux d'une part, la présence effective des indicateurs définis pour le critère de perfectionnement d'autre part.