Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DES ARMÉES

EPREUVES D'ADMISSIBILITE DU CONCOURS 2024
D'ADMISSION A L'ECOLE DE SANTE DES ARMEES

Catégorie : Baccalauréat - Sections : Médecine et Pharmacie

Mardi 2 avril 2024

EPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 1 heure 30 minutes

Coefficient 2

Exercices de physique : 20 pts / 40

Exercices de chimie : 20 pts / 40

Avertissements

- L'utilisation d'encre rouge, de téléphones portables, de calculatrices, de règles à calculs, de formulaires, de papiers millimétrés est interdite.

- Vérifiez que ce fascicule comporte 11 pages numérotées de 1 à 11, page de garde comprise

- Il sera tenu compte de la qualité de la présentation de la copie et de l'orthographe.

- Toutes les réponses aux questions sous forme de QCM doivent être faites sur la grille de réponse jointe – Si le candidat répond aux QCM sur sa feuille et non sur la grille, ses réponses ne seront pas prises en compte par le correcteur.

- Pour chacun des QCM, il existe au minimum un item vrai parmi les cinq proposés.

- Des points seront retirés pour chaque erreur ; toutefois, la note obtenue à un QCM ne descendra pas en dessous de zéro (pas de report de points négatifs entre QCM).

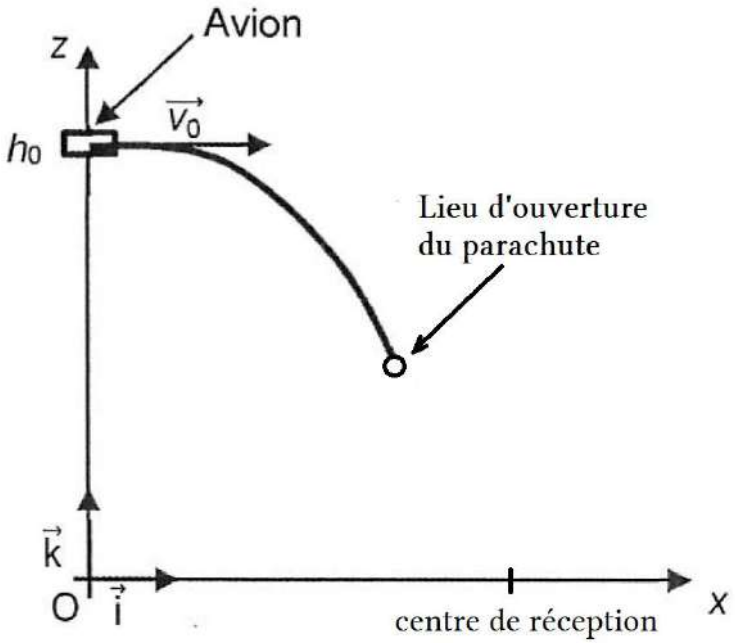
DEBUT DE L'EPREUVE DE PHYSIQUE

Exercice 1 (5,5 points)

Lors d'un baptême en parachute, un moniteur s'associe avec la personne qui saute pour la première fois pour former un tandem. Il s'agit d'étudier la nature du mouvement du tandem.
La figure ci-dessous indique les paramètres (vitesse, hauteur, …) au moment du saut.

Relations — Constantes physiques — Aides aux calculs

- Champ de pesanteur: $\vec{g}_0 = -g_0\,\vec{k}$ avec $g_0 = 10\ m.s^{-2}$
- Masse du tandem (2 personnes + équipement) supposée constante : $m = 200\ kg$



Le référentiel terrestre $(O,\vec{\imath},\vec{k})$ est un référentiel supposé galiléen. L'origine du repère O correspond à l'abscisse du tandem au moment du saut, l'avion ayant un vecteur vitesse $\vec{v}_0 = \left|{}^{v_{x0}=v_0=40\ m.s^{-1}}_{v_{z0}=0}\right.$ constant, le tandem étant largué à la position $\overrightarrow{OM}_0 = \left|{}^{x_0=0}_{z_0=h_0=4000\ m}\right.$.

1. Donner l'expression du vecteur accélération $\vec{a}(t)$ du tandem durant la chute libre dans le repère $(O,\vec{\imath},\vec{k})$ en fonction de g_0 et du vecteur unitaire $\vec{k}$. On pourra faire un schéma.
   Remarque : on peut écrire les composantes du vecteur $\vec{a}(t)$ sous forme vecteur colonne
2. Donner l'expression du vecteur vitesse $\vec{v}(t)$ du tandem durant la chute libre dans le repère $(O,\vec{\imath},\vec{k})$ en fonction de g_0, v_0 et des vecteurs unitaires $\vec{\imath},\vec{k}$
   Remarque : on peut écrire les composantes du vecteur $\vec{v}(t)$ sous forme vecteur colonne
3. Donner l'expression du vecteur position $\overrightarrow{OM}(t)$ du tandem durant la chute libre dans le repère $(O,\vec{\imath},\vec{k})$ en fonction de g_0, v_0, h_0 et des vecteurs unitaires $\vec{\imath},\vec{k}$
   Remarque : on peut écrire les composantes du vecteur $\overrightarrow{OM}(t)$ sous forme vecteur colonne
4. L'ouverture du parachute est prévue à l'altitude $z_{ouverture} = \frac{h_0}{2}$.
   a. Montrer que l'abscisse du tandem a pour expression $x_{ouverture} = \sqrt{\frac{h_0}{g_0}}\,v_0$
   b. Calculer l'abscisse au moment de l'ouverture du parachute
   c. Combien de temps a duré la phase de chute libre ?

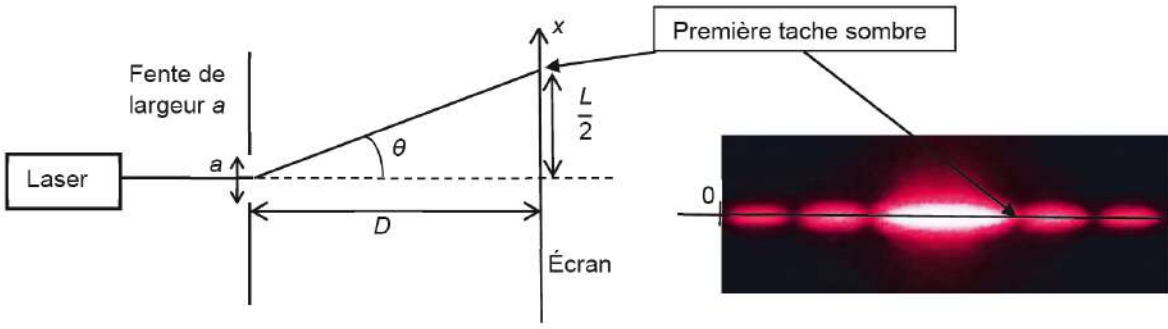
5. Sachant qu'une fois le parachute ouvert, le tandem ne descend pas à la verticale mais subit une dérive linéaire suivant l'axe (Ox) dans le sens du vecteur vitesse initial donnée par la relation $\frac{\Delta x}{\Delta z} = -10\%$ avec Δx variation de l'abscisse et Δz variation d'altitude, calculer l'abscisse du centre de réception à terre dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{k})$.

Exercice 2 (4,5 points)

Les hématies ou globules rouges sont des cellules qui permettent l'apport d'oxygène aux organes du corps. Le diamètre normal d'une hématie est de 7 à 8 µm. Certaines hématies subissent un grossissement anormal et peuvent atteindre une taille de plus de 12 µm. Pour les étudier, on utilise un tamis calibré pour retenir les hématies dites anormales.

1. Vérification de la longueur d'onde du laser d'étude

On utilise un laser de longueur d'onde $\lambda = (500 \pm 1)\ nm$ et on cherche à le tester. Pour cela, on utilise le montage expérimental figure 1 et on obtient l'observation lumineuse sur un écran à la figure 2.



Distance fente – écran : D = 64 cm
Largeur de la fente calibrée : *a* = 80 µm

Figure 1. Schéma de l'expérience (échelle non respectée)

Figure 2. Figure observée sur l'écran

Relations — Constantes physiques — Aides aux calculs

- $\theta = \frac{\lambda}{a}$
- $\tan\theta \approx \theta$ si $\theta \ll 1\ rad$

a. Nommer le phénomène physique à l'œuvre
b. Déterminer l'expression de l'angle θ en fonction de la largeur L de la tache centrale et de D en supposant que l'angle θ est très petit.
c. En déduire l'expression de la longueur d'onde λ en fonction de L, a et D.
d. Pour faire une mesure précise, on remplace l'écran par une caméra qui permet d'obtenir l'intensité lumineuse relative en fonction de la position x, repérée selon l'axe indiqué sur la photo de la figure 2.
L'origine x = 0 m est prise sur le bord du capteur de la caméra. On obtient alors la figure 3. Calculer la valeur de la longueur d'onde du laser utilisé.

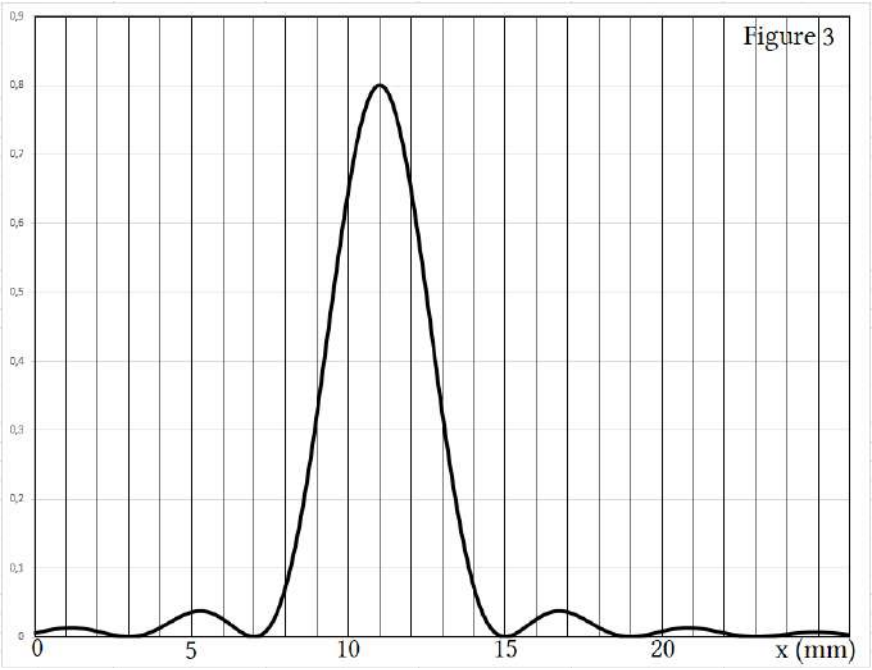


Figure 3 : Intensité lumineuse relative en fonction de la position x

2. Calibrage du tamis de récupération des hématies

Le but de cette partie est de vérifier que le tamis disponible, dont le maillage est représenté sur la figure 5, permet de récupérer toutes les hématies d'une taille supérieure ou égale à 12 µm. On réalise une expérience d'interférences pour évaluer les dimensions du tamis en utilisant la diode laser précédente.

La largeur du fil plastique constituant le tamis est égale à 100 µm et l'ouverture de la maille carré est notée a comme indiqué figure 5.

L'expérience d'interférences dont le montage est donné figure 4 est décrite ci-dessous :

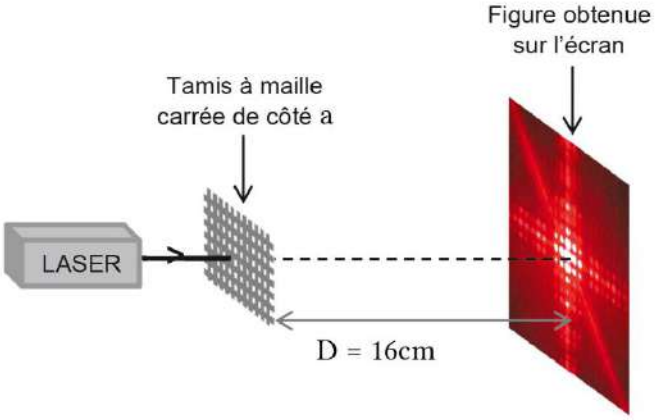


Figure 4. Montage utilisé (échelle non respectée)

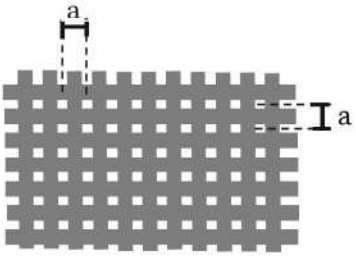


Figure 5. Schéma du maillage du tamis

Relations — Constantes physiques — Aides aux calculs

- Laser de longueur d'onde $\lambda = (500 \pm 1)\ nm$
- Distance tamis – écran : $D = (0{,}160 \pm 0{,}001)\ m$
- Expression de l'interfrange : $i = \frac{\lambda D}{a}$

Les figures 6 et 7 représentent les observations lumineuses d'interférences sur l'écran

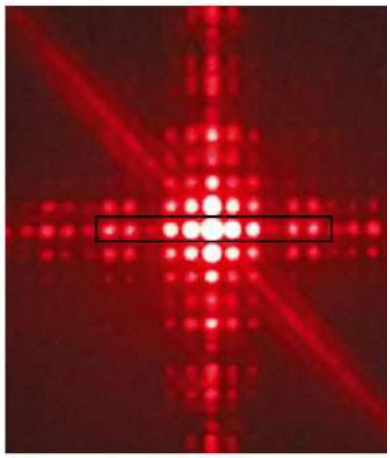


Figure 6 : figure d'interférences
La zone encadrée est agrandie
figure 7

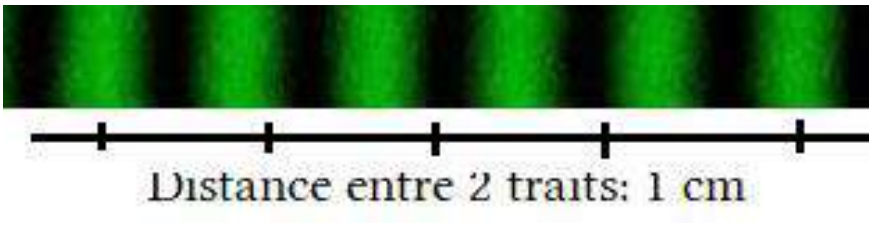


Figure 7 : agrandissement de la zone d'interférences

a. Déterminer à partir de la figure 7 la valeur de l'interfrange en explicitant la méthode suivie.
b. La mesure complète en tenant compte des incertitudes de mesure sur l'ouverture du tamis donne la relation suivante $a = (10 \pm 1)\ \mu m$.
Ce tamis est-il efficace pour filtrer les hématies anormales ?

PHYSIQUE EXERCICE 3 : PARTIE QCMs (10 points)

Cocher la ou les bonnes réponses pour chacune des QCM de 1 à 6.

QCM1 1,5pt: à propos d'optique

Soit une lunette astronomique dont l'objectif a pour vergence $+0{,}25\ \delta$ et l'oculaire a pour distance focale image $+10\ mm$.

A. Une lunette astronomique est un système focal
B. Une lunette astronomique est composée de deux lentilles convergentes
C. La distance focale objet de l'objectif vaut $4\ m$
D. La distance focale objet de l'objectif vaut $-4\ m$
E. La vergence de l'oculaire vaut $100\ \delta$

QCM2 1,5pt : à propos des lois de Kepler

Pour un même astre attracteur de masse M, la 3ème loi de Kepler indique que $\frac{T^2}{a^3} = cte$ avec T la période de révolution et a le demi-grand axe. On pose G la constante universelle de la gravitation.

A. La constante de la 3ème loi de Kepler dépend de la masse du satellite
B. La vitesse v d'un satellite autour de cet astre attracteur a pour expression $v = \sqrt{\frac{GM}{a}}$
C. La 3ème loi de Kepler peut s'écrire $\frac{T^2}{a^3} = 4\pi^2 GM$
D. La 3ème loi de Kepler peut s'écrire $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$
E. La 3ème loi de Kepler peut s'écrire $\frac{T^2}{a^3} = \frac{GM}{4\pi^2}$

Enoncé commun aux QCM 3 et 4 à propos de la loi des gaz parfaits
La température de l'air d'un pneu qui a roulé est de $47\ °C$. Le volume de l'air contenu dans le pneu est de $40\ L$ et la pression du pneu vaut $3{,}2\ bar$. On considère l'air comme un gaz parfait.
Aide aux calculs : $R = 8\,J.K^{-1}.mol^{-1}$ conversion $°C/K$: $0°C \equiv 273K$ $\quad \frac{47}{15} \approx 3$

QCM3 1,5pt:

A. La quantité de matière d'air contenu dans le pneu vaut $2\ moles$
B. La quantité de matière d'air contenu dans le pneu vaut $3\ moles$
C. La quantité de matière d'air contenu dans le pneu vaut $4\ moles$
D. La quantité de matière d'air contenu dans le pneu vaut $5\ moles$
E. La quantité de matière d'air contenu dans le pneu vaut $6\ moles$

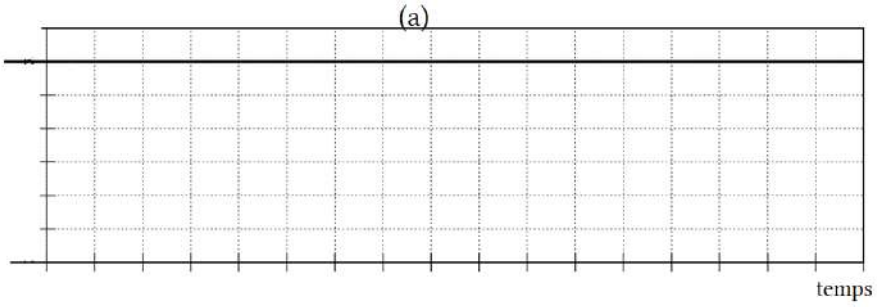
QCM4 1,5pt:

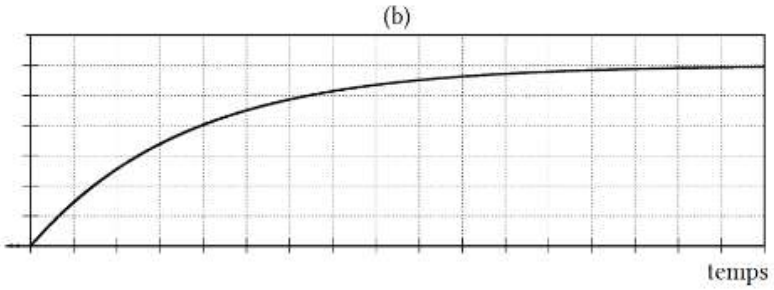
A. A la température ambiante de 15°C, la pression du pneu est de $0{,}88\ bar$ pour le même volume d'air
B. A la température ambiante de 15°C, la pression du pneu est de $1{,}02\ bar$ pour le même volume d'air
C. A la température ambiante de 15°C, la pression du pneu est de $1{,}88\ bar$ pour le même volume d'air
D. A la température ambiante de 15°C, la pression du pneu est de $2{,}88\ bar$ pour le même volume d'air
E. A la température ambiante de 15°C, la pression du pneu est de $3{,}88\ bar$ pour le même volume d'air

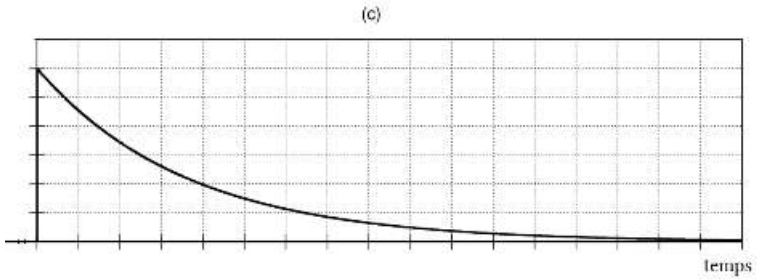
QCM5 2pts: à propos du système RC série
L'équation différentielle de la tension $u_c(t)$ en V aux bornes d'un condensateur (initialement déchargé) qui est chargé par un générateur idéal de tension a pour expression numérique :

$$10^{-3}\frac{du_c}{dt} + u_c = 5$$

A. L'unité du terme (5) du second membre de l'équation est l'ampère
B. Le temps caractéristique ou constante de temps du système vaut $1\ ms$
C. Le temps caractéristique ou constante de temps du système vaut $10^3\ s$
D. La forme de la réponse de la tension $u_c(t)$ est donnée par la figure (b) sans souci d'échelle
E. Une solution numérique possible de $u_c(t)$ est $5\ \times \left(1 - e^{-10^3 t}\right)$







QCM6 2pts: à propos de thermodynamique

La peau de l'avant-bras d'un brûlé peut être modélisée par un parallélépipède de longueur 30 cm, de largeur 5 cm et d'épaisseur 2 cm. La peau a pour masse volumique $\rho = 1000\ kg.m^{-3}$ et capacité thermique massique $C_m = 4\ kJ.kg^{-1}.K^{-1}$.

On considèrera la peau comme un système incompressible.

A. La capacité thermique de la peau brûlée vaut environ $120\ kJ.K^{-1}$
B. La capacité thermique de la peau brûlée vaut environ $12\ kJ.K^{-1}$
C. La capacité thermique de la peau brûlée vaut environ $1{,}2\ kJ.K^{-1}$
D. Sachant que la température de la peau de l'avant-bras brûlé atteint la température $T_f = 326\ K$ et que la température à la surface de la peau valait $306\ K$, montrer que la chaleur emmagasinée par la peau vaut $24\ kJ$.
E. Sachant que la température de la peau de l'avant-bras brûlé atteint la température $T_f = 326\ K$ et que la température à la surface de la peau valait $306\ K$, montrer que la chaleur emmagasinée par la peau vaut $240\ kJ$.

FIN DE L'EPREUVE DE PHYSIQUE

DEBUT DE L'EPREUVE DE CHIMIE

CHIMIE - EXERCICE 1 (4,5 pts)

Lors de l'exploration d'une grotte, un spéléologue peut rencontrer des nappes de dioxyde de carbone CO_2. A teneur élevée, ce gaz peut entraîner des évanouissements et même la mort. Le dioxyde de carbone est formé par action des eaux de ruissellement acides sur le carbonate de calcium $CaCO_3$ présent dans les roches calcaires. Dans un ballon, on réalise la réaction entre le carbonate de calcium $CaCO_3(s)$ et une solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+(aq)$+ $C\ell^-(aq)$). Le dioxyde de carbone formé est recueilli par déplacement d'eau, dans une éprouvette graduée.

Un élève verse dans le ballon, un volume V_S= 100 mL d'acide chlorhydrique de concentration C_A=100 mmol.L^{-1}. A la date t = 0 s, il introduit rapidement dans le ballon 2,0 g soit n_0= 20,0 mmol de carbonate de calcium $CaCO_3(s)$; on mesure ainsi le volume de gaz formé à la pression atmosphérique de 10^5 Pa.
La réaction chimique étudiée peut être modélisée par l'équation :

$$CaCO_3(s) + 2\ H_3O^+(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + CO_2(g) + 3H_2O(\ell)$$

Données : $R \cong 8\ J.K^{-1}.mol^{-1}$; $T(K) \cong T(°C) + 273$

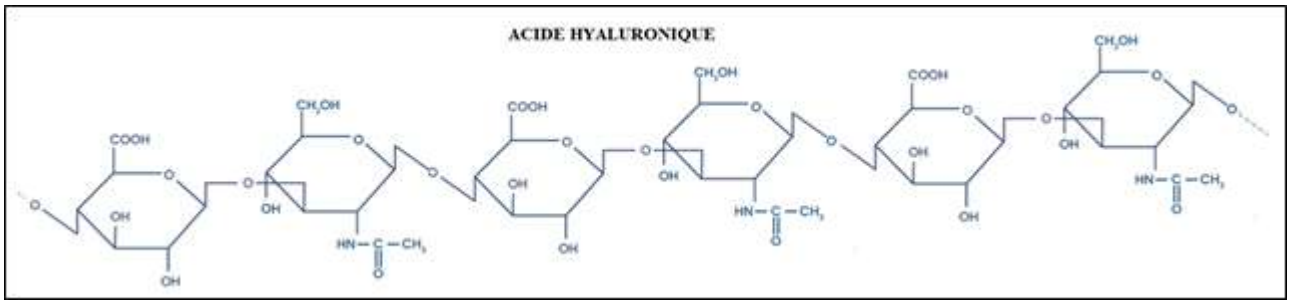
1. Quel est le pH de la solution d'acide chlorhydrique ?
2. Calculer la quantité de matière n_1 d'acide chlorhydrique dans le ballon.
3. Recopier et compléter le tableau d'avancement ci-dessous.
4. Déterminer la valeur de l'avancement maximal noté $x_{max.}$
5. Calculer, en mL, le volume maximal $V(CO_2)_{max}$ de gaz susceptible de se former si la réaction est totale et se déroule à 27°C.

équation-bilan ⟶		$CaCO_{3(s)}$	+ $2\ H_3O^+_{(aq)}$ →	$Ca^{2+}_{(aq)}$	+ $CO_{2(g)}$	+ $3H_2O_{(\ell)}$
Etat initial	$x = 0$	n_0	n_1			
en cours	x					
Etat final	$x = x_{max}$					

CHIMIE - EXERCICE 2 (6,5 pts)

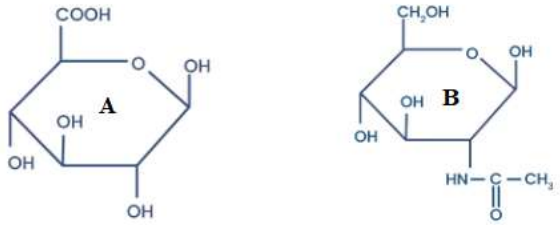
Depuis sa découverte, il est apparu que l'acide hyaluronique est un constituant naturel jouant un rôle majeur dans la biologie des organismes vivants. L'acide hyaluronique a ainsi été identifié dans tous les tissus des vertébrés, à des concentrations élevées dans l'humeur vitrée, le liquide synovial, le cordon ombilical et dans la peau qui contient plus de 50 % de la totalité de l'acide hyaluronique de l'organisme.

Du point de vue structural, l'acide hyaluronique est une chaîne linéaire non ramifiée formée de de la répétition de motifs élémentaires :



1. **D'après la structure ci-dessus, écrire le motif élémentaire qui se répète.**

De ce polymère on peut isoler les molécules A et B suivantes écrites en formule topologique :

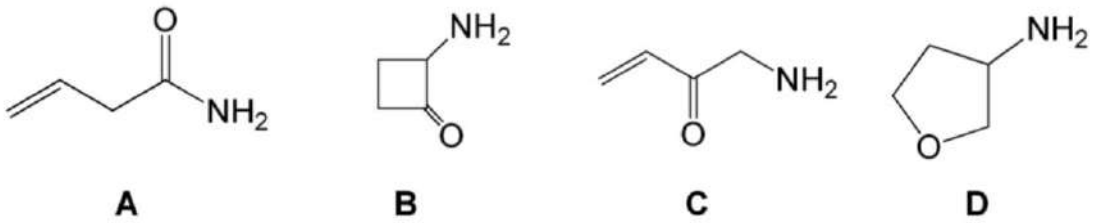


2. **Ecrire la formule semi-développée des molécules A et B.**
3. **En déduire les formules brutes des molécules A et B.**
4. **Les molécules A et B sont-elles isomères de constitution ? Justifier.**
5. **<u>Pour chacune de ces molécules</u>, préciser les noms de deux fonctions chimiques présentes.**

<u>CHIMIE - PARTIE QCMs (9 points)</u>

Cocher la ou les bonnes réponses pour chacune des QCM de 7 à 12.

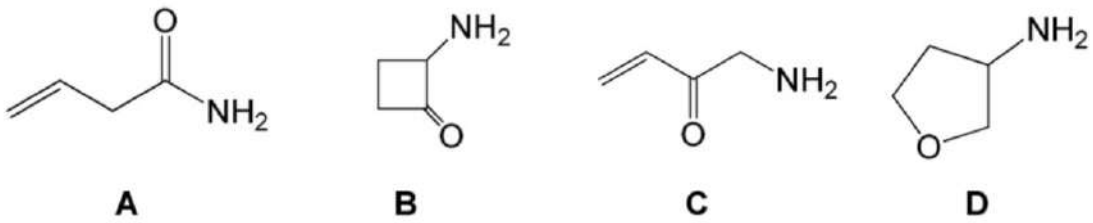
<u>Soient les molécules suivantes :</u>



QCM 7: cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s) : (1,5 pts)

A) A et C possèdent une chaine carbonée insaturée
B) A, B, C et D possèdent une chaine carbonée linéaire
C) A, B et C possèdent toutes les trois une fonction amide
D) A, B, C et D possèdent toutes les quatre une fonction amine
E) A, B, C et D sont écrites en forme topologique

QCM 8: cochez la (ou les) réponse(s) exacte(s) : (1,5 pts)



A B C D

Toujours à propos de ces mêmes molécules, sachant que l'on distingue trois types d'isomère de constitution :

- Les isomères de chaîne : composés qui ont **des squelettes carbonés** différents
- Les isomères de position : composés qui diffèrent par la **position du groupement fonctionnel**
- Les isomères de fonction : composés qui ont des **groupements fonctionnels** différents

A) Les molécules A, B et C sont des isomères de constitution.
B) A et B sont des isomères de chaine.
C) A et C sont des isomères de position.
D) A et C sont des isomères de fonction.
E) B et D sont des isomères de fonction.

QCM 9 : (1,5 pts)
A propos des grandes classes de réactions, les associations suivantes sont-elles correctes ?

A	$H_2C{=}CH_2 + H_2O \longrightarrow H_2C(H)-CH_2(OH)$	Substitution
B	$H_2C(H)-CH_2(Br) \longrightarrow H_2C{=}CH_2 + HBr$	Elimination
C	$H_2C(H)-CH_2(Br) + KCN \longrightarrow H_2C(H)-CH_2(CN) + KBr$	Substitution
D	$H_3C-C(=O)-OCH_3 + CH_3Li \longrightarrow [H_3C-C(CH_3)(OLi)-OCH_3]$	Addition
E	$[H_3C-C(CH_3)(OLi)-OCH_3] \longrightarrow H_3C-C(=O)-CH_3 + CH_3OLi$	Elimination

QCM 10: (1,5 pts)

L'iodure d'azote se décompose totalement selon l'équation bilan ci-dessous :

$$2NI_{3\,(s)} \rightarrow N_{2\,(g)} + 3I_{2\,(g)}$$

La quantité d'iodure d'azote à faire réagir pour produire un total de 6,0 L de gaz si le volume molaire est de 24,0 $L.mol^{-1}$ est de :

A	0,125 mol
B	0,25 mol
C	0,50 mol
D	2 mol
E	5 mol

QCM 11: (1,5 pts)

Les deux produits obtenus lors de la réaction acido-basique entre HCOOH et NH_3 sont :

A	$HCOO^-$ et NH_4^+
B	^-COOH et NH_4^+
C	H_2COOH et NH_2^-
D	H_2O et OH^-
E	H_2O et H_3O^+

QCM 12 : (1,5 pts)

Lors de l'échange électronique au sein du couple redox $H^+_{(aq)}/H_{2(g)}$:

A	$H^+_{(aq)}$ est l'oxydant
B	$H_{2(g)}$ est le réducteur et libère donc un e^-
C	$H_{2(g)}$ subit une réduction
D	$H^+_{(aq)}$ subit une oxydation
E	Deux moles d'électrons sont échangés pour une mole de $H_{2(g)}$

FIN DE L'EPREUVE DE CHIMIE