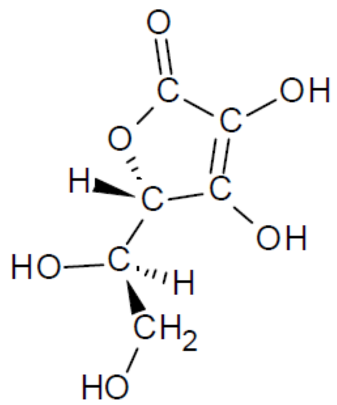
I. Temps et relativité restreinte : choisir la bonne réponse (5 points)

1) Le caractère relatif du temps est-il à prendre en compte par un observateur fixe dans un référentiel terrestre lorsqu'il mesure la période de battement des ailes d'une mouche volant à 10 km.h^{-1} ?
   - ☒ **Non**.
2) Les muons sont des particules instables qui se désintègrent en moyenne au bout d'une durée propre τ. Dans un laboratoire, la durée d'existence mesurée pour des muons animés d'une vitesse proche de c est en moyenne :
   - ☒ **grande devant τ**.
3) Une durée mesurée d'un phénomène est toujours :
   - ☒ **supérieure ou égale à sa durée propre.**
4) Les durées mesurée ΔT' et propre ΔT_0 sont reliées par la relation $\Delta T' = \gamma \times \Delta T_0$.
   - ☒ **aucune des trois réponses précédentes. γ n'a pas d'unité.**
5)
   - ☒ $\gamma = \dfrac{1}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}} = \dfrac{1}{\sqrt{1 - \dfrac{(0{,}75c)^2}{c^2}}} = \dfrac{1}{\sqrt{1 - \dfrac{0{,}75^2c^2}{c^2}}} = \dfrac{1}{\sqrt{1-0{,}75^2}} = \dfrac{1}{\sqrt{0{,}44}} \approx 1{,}5$

   La durée mesurée par la personne B entre les deux évènements est environ 1,5 fois plus grande que celle mesurée par la personne A.

II. La vitamine C (9,5 points)

1. Étude de la molécule de l'acide ascorbique



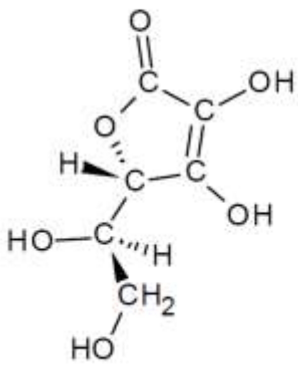
1.1. Groupes caractéristiques **(a) : ester et (b) : hydroxyle.**

1.2. La molécule d'acide ascorbique possède des stéréoisomères.

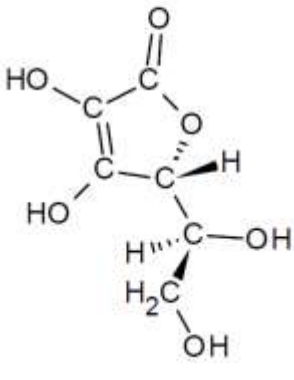
1.2.1 **Un atome de carbone asymétrique est lié à quatre substituants différents**. Ainsi, **la molécule de vitamine C possède deux atomes de carbone asymétriques** repérés par un astérisque ci-contre.

1.2.2 Les **représentations 1 et 2** sont images l'une de l'autre dans un miroir plan et sont non superposables : elles forment un **couple d'énantiomères**.

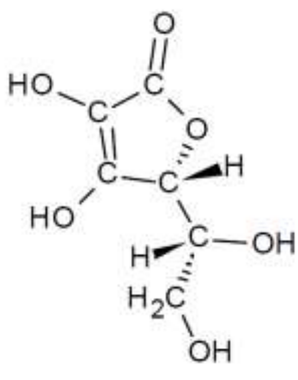
Seule la configuration d'un carbone asymétrique change entre les **représentations 2 et 3 : ce sont des diastéréoisomères** (stéréoisomères qui ne sont pas énantiomères : même enchaînement d'atomes, représentations spatiales différentes mais ne sont pas images l'une de l'autre dans un miroir). De même, les **représentations 1 et 3 sont des diastéréoisomères** (c'est la configuration de l'autre C* qui change).



représentation 1



représentation 2



représentation 3

1.3. $AH + H_2O \leftrightarrows A^- + H_3O^+$

1.4. $K_A = \dfrac{[A^-] \times [H_3O^+]}{[AH]}$

1.5. Diagramme de prédominance du couple acide ascorbique HA / ion ascorbate A^- :

$$\underset{\text{HA}}{\longleftarrow}\ \Big|_{pK_A = 4,1}\ \underset{A^-}{\longrightarrow}\ \text{pH}$$

Ainsi, sur la langue (5,5 < pH < 6,1), c'est l'ion ascorbate qui prédomine car pH > pK_A.
Dans l'estomac (pH ≈ 1,5), c'est l'acide ascorbique qui prédomine car pH < pK_A.

2. <u>Vérification de la masse d'acide ascorbique dans un comprimé</u>

2.1. Il s'agit du protocole d'une dissolution :
- Dans un mortier, broyer un comprimé de vitamine C.
- À l'aide d'un entonnoir, verser la poudre dans une fiole jaugée de 200,0 mL.
- Rincer le mortier et l'entonnoir à l'eau distillée et récupérer les eaux de rinçage pour n'avoir aucune perte.
- Verser de l'eau distillée jusqu'aux 2/3 du trait de jauge, boucher et agiter jusqu'à dissolution complète.
- Compléter la fiole jaugée jusqu'au trait de jauge.
- Boucher et agiter.

2.2. $AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow A^-_{(aq)} + H_2O$

2.3. À l'équivalence, le réactif titré $AH_{(aq)}$ et le réactif titrant $HO^-_{(aq)}$ ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de titrage. Ceci correspond aussi au changement de réactif limitant.

2.4.

2.4.1 $\dfrac{U(m_{exp})}{m_{exp}} = \sqrt{\left(\dfrac{U(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\dfrac{U(C_B)}{C_B}\right)^2} = \sqrt{\left(\dfrac{0,2}{9,1}\right)^2 + \left(\dfrac{0,02}{1,50}\right)^2} = 0,0257 \approx 2,6\ \%$

2.4.2 L'incertitude vaut $U(m_{exp}) = 0,0257 \times m_{exp} = 6,298$ mg ≈ 7 mg
(En général pour l'incertitude on ne conserve qu'un seul chiffre significatif et on arrondit par excès) donc $m_{exp} = 245 \pm 7$ mg. Ce résultat est bien conforme à l'indication du fabricant (250 mg) car celle-ci est comprise dans l'intervalle de confiance [238 ; 252]

<u>Remarque</u> : 2 chiffres significatifs sont tolérés sur la valeur d'une incertitude mais ici la valeur de m_{exp} est précise au mg près donc on ne peut pas écrire $m_{exp} = 245 \pm 6,3$ mg car l'incertitude serait plus précise que la valeur de m_{exp}.

L'écart peut s'expliquer par plusieurs sources d'erreurs possibles :
- Perte de solide lors du broyage dans le mortier et du transvasement dans la fiole jaugée,
- Trait de jauge de la fiole jaugée mal repéré,
- Erreur sur la concentration C_B de la solution titrante,
- Erreur lors du prélèvement V_A (2 traits de jauge)
- Imprécision lors de la détermination du volume équivalent V_E.

III. <u>Un peu de balistique</u> (5,5 points)

<u>Durée de visibilité de la fusée</u>

1.1. Le vecteur champ de pesanteur $\vec{g}$ est vertical descendant.
La trajectoire est une parabole tangente au vecteur vitesse $\vec{v_0}$.

1.2. Dans le référentiel terrestre considéré galiléen, on peut appliquer la deuxième loi de Newton au système {fusée éclairante} pour déterminer les coordonnées du vecteur accélération.
En effet, cette loi stipule que dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures appliquées au système (ici la fusée éclairante) est égale à la dérivée du vecteur quantité de mouvement.

$\Sigma \vec{F_{ext}} = \dfrac{d\vec{p}}{dt} = \dfrac{d(m\vec{v})}{dt} = m\dfrac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$ car on considère que la masse de la fusée est constante.

On néglige toutes les actions dues à l'air (frottement, poussée d'Archimède), alors la fusée est en chute libre, soumise uniquement à la force poids $\vec{P}$

Ainsi $\vec{P} = m\vec{a}$ or $\vec{P} = m\vec{g}$ d'où $\vec{g} = \vec{a}$

Dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, on obtient $\vec{a}\begin{cases} a_x(t) = 0 \\ a_y(t) = -g \end{cases}$

1.3. Comme $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$, par intégration (ou recherche des primitives) $\vec{v}\begin{cases} v_x(t) = C_1 \\ v_y(t) = -g \times t + C_2 \end{cases}$

A la date t = 0 s, $\vec{v} = \vec{v_0}\begin{cases} v_0 \times \cos(\alpha) \\ v_0 \times \sin(\alpha) \end{cases}$ d'où $C_1 = v_0 \times \cos(\alpha)$ et $C_2 = v_0 \times \sin(\alpha)$

$\vec{v}\begin{cases} v_x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \\ v_y(t) = -g \times t + v_0 \times \sin(\alpha) \end{cases}$

Comme $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$, par intégration (ou recherche des primitives) $\begin{cases} \overrightarrow{OG}\ x = v_0 \times \cos(\alpha) \times t + C_3 \\ y = -\frac{1}{2}g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + C_4 \end{cases}$

A t = 0, $\overrightarrow{OG}\begin{cases} 0 \\ h \end{cases}$ d'où $C_3 = 0$ et $C_4 = h$; $\overrightarrow{OG}\begin{cases} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{g}{2} \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + h \end{cases}$

1.4. Pour déterminer la valeur de la durée du vol de la fusée éclairante, on cherche la date t_{Vol} pour laquelle la fusée touche le sol, ainsi $y(t_{vol}) = 0$.

Il faut résoudre l'équation du second degré : $-\frac{g}{2} \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + h = 0$

Par résolution numérique : $-\frac{g}{2} = -4{,}9\ m.s^{-2}$; $v_0 \sin(\alpha) = 50 \sin(55°) = 40{,}96\ m.s^{-1}$; h = 1,8 m

Calcul du discriminant : $\Delta = (50\times\sin(55))^2 - 4\times(-4{,}9)\times1{,}8 = 1712{,}81$

$t_{vol} = \frac{-50 \sin(50°) - \sqrt{1712{,}81}}{-4{,}9} = 8{,}4$ s ;

L'autre solution $\frac{-50 \sin(50°) + \sqrt{1712{,}81}}{-4{,}9} = -4{,}7$ s solution impossible physiquement car $t > 0$

1.5. On a $y(t) = -\frac{g}{2} \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + h$. On sait que la fusée commence à éclairer au bout d'une seconde.

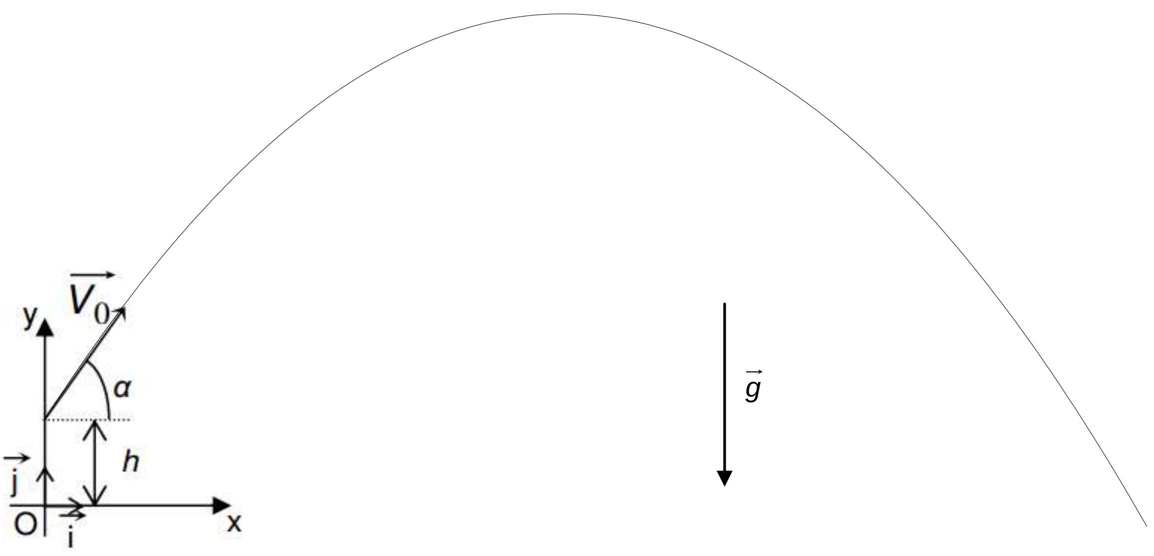
Pour connaître l'altitude à partir de laquelle la fusée commence à éclairer, calculons $y(t = 1\ s)$.

$y(t = 1\ s) = -\frac{g}{2} + v_0 \sin(\alpha) + h = -\frac{9{,}8}{2} + 50 \sin(55) + 1{,}8 = 38$ m avec 2 chiffres significatifs.

On cherche l'altitude à laquelle la fusée cesse d'éclairer.
La fusée éclaire ensuite de façon intense pendant 6 secondes, elle atteint alors l'altitude $y(t = 6 + 1)$.

$y(t = 7\ s) = -\frac{g}{2} t^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + h = -\frac{9{,}8}{2} \times 7^2 + 50 \sin(55) \times 7 + 1{,}8 = 48$ m

On a trouvé que la fusée éclairait entre 38 et 48 m d'altitude. La fusée étant très haute elle éclaire une large zone, ce qui semble adapté au but recherché.



I	**1**	1	2	3	4						
	2	1	2	3	4						
	3	1	2	3	4						
	4	1	2	3	4						
	5	1	2	3	4						**/20**
II	**1.1**	1	2								
	1.2.1	1	2	3	4						
	1.2.2	1	2	3	4						
	1.3	1	2								
	1.4	1	2								
	1.5	1	2	3	4						
	2.1	1	2	3	4	5	6	7	8		
	2.2	1	2								
	2.3	1	2								
	2.4.1	1	2	3	4					CS-U-CV	
	2.4.2	1	2	3	4					CS-U-CV	**/38**
III	**1.1**	1	2	3	4						
	1.2	1	2	3	4						
	1.3	1	2	3	4	5	6				
	1.4	1	2	3	4					CS-U-CV	
	1.5	1	2	3	4					CS-U-CV	**/22**
TOTAL : .... /80											
NOTE : .... /20											