

La calculatrice est autorisée**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} ?
- Oui.
 Non.
 On ne peut pas savoir sans connaître la période propre des battements.
 aucune des trois réponses précédentes
- 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 .
 égale à τ .
 petite devant τ .
 aucune des trois réponses précédentes
- 3) Une durée mesurée d'un phénomène est toujours :
- supérieure ou égale à sa durée propre.
 inférieure ou égale à sa durée propre.
 égale à sa durée propre.
 aucune des trois réponses précédentes
- 4) Les durées mesurée $\Delta T'$ et propre ΔT_0 sont reliées par la relation $\Delta T' = \gamma \times \Delta T_0$.
- γ s'exprime en m.s^{-1} .
 γ s'exprime en s.
 γ s'exprime en m.s^{-2}
 aucune des trois réponses précédentes.
- 5) On donne : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
- On imagine qu'une personne A munie d'un chronomètre se déplace à la vitesse de $0,75 \times c$ par rapport à une personne B. La personne B est également munie d'un chronomètre et les référentiels liés à A et B sont galiléens. A mesure la durée propre séparant deux évènements.
- La durée mesurée par la personne B entre les deux évènements est environ 2 fois plus grande que celle mesurée par la personne A.
 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.
 La durée mesurée par la personne B entre les deux évènements est sensiblement égale à celle mesurée par la personne A.
 aucune des trois réponses précédentes

II. La vitamine C (9,5 points)

- La vitamine C est une espèce chimique hydrosoluble, dotée de propriétés antioxydantes. L'organisme humain la puise dans les aliments tels que les fruits et légumes. Une carence prolongée provoque des pathologies qui conduisent le médecin à prescrire un complément sous forme de comprimés.
- Dans cet exercice, on étudie la molécule de vitamine C dans une première partie, puis on vérifie l'indication apposée sur l'emballage d'une boîte de comprimés de vitamine C dans le cadre d'un contrôle.

Extrait de l'emballage de la boîte de comprimés de vitamine C

La vitamine C est commercialisée sous forme de comprimés à croquer. Composition d'un comprimé de « Vitamine C UPSA® » :

- Acide ascorbique : 250 mg
- Ascorbate de sodium : 285 mg
- Excipients : sucres, arômes artificiels

➤ Données :

- l'acide ascorbique, de formule brute $C_6H_8O_6$ sera noté HA et sa base conjuguée A^- ;
- $pK_A(HA/A^-) = 4,1$ à $37^\circ C$;
- masse molaire de l'acide ascorbique $M = 176,1 \text{ g.mol}^{-1}$;
- masse molaire de l'ascorbate de sodium $M' = 198,1 \text{ g.mol}^{-1}$;
- pH de l'estomac environ égal à 1,5 ;
- pH de la salive compris entre 5,5 et 6,1.

1. Étude de la molécule de l'acide ascorbique

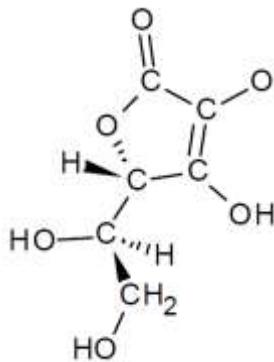
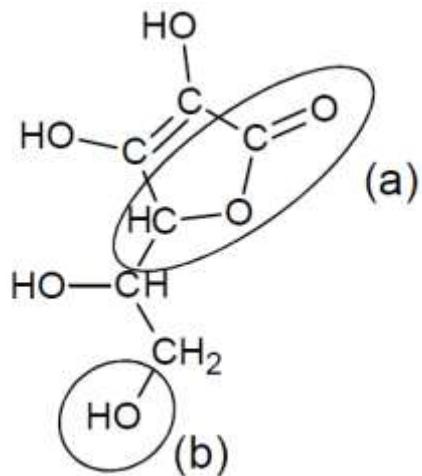
- La molécule d'acide ascorbique est représentée ci-contre :

- 1.1. Nommer les familles associées aux groupes caractéristiques (a) et (b) entourés sur la représentation de la molécule d'acide ascorbique.

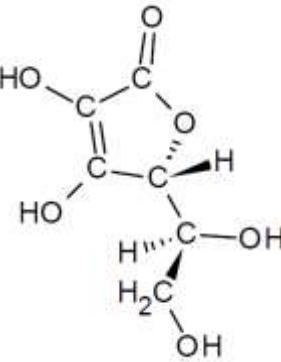
- 1.2. La molécule d'acide ascorbique possède des stéréoisomères.

- 1.2.1 Recopier la formule de la molécule puis repérer le ou les atomes de carbone asymétriques par un astérisque en justifiant votre choix.

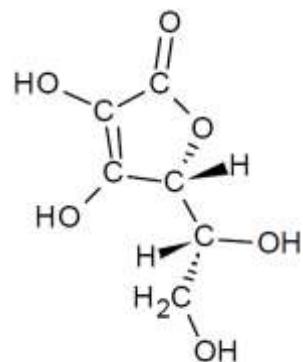
- 1.2.2 Trois stéréoisomères de la molécule d'acide ascorbique sont représentés ci-dessous. Reconnaître si ces représentations sont identiques, énantiomères ou diastéréoisomères.



représentation 1



représentation 2



représentation 3

- 1.3. Donner la réaction entre l'acide ascorbique noté AH et l'eau. L'ion ascorbate sera noté A^- .
- 1.4. Rappeler la définition de la constante d'acidité K_A .
- 1.5. Sous quelle forme la substance active ingérée lors de la prise du comprimé de vitamine C se trouve-t-elle sur la langue ? Dans l'estomac ? Justifier par une méthode de votre choix.

2. Vérification de la masse d'acide ascorbique dans un comprimé

- On souhaite vérifier l'indication portée sur la boîte concernant la masse d'acide ascorbique présente dans un comprimé, à l'aide d'un titrage acidobasique suivi par conductimétrie.
 - Une solution aqueuse S_A de volume $V = 200,0 \text{ mL}$ est préparée à partir d'un comprimé entier.
 - On prélève un volume $V_A = (20,0 \pm 0,1) \text{ mL}$ de la solution aqueuse S_A que l'on titre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^{+}_{(\text{aq})} + \text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$).
- 2.1. Rédiger, avec rigueur et précision, le protocole de préparation de la solution aqueuse S_A .
- 2.2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.
- 2.3. Rappeler la définition de l'équivalence.
- 2.4. Avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^{+}_{(\text{aq})} + \text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$) de concentration molaire $C_B = (1,50 \pm 0,02) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, le volume versé à l'équivalence vaut $V_E = (9,1 \pm 0,2) \text{ mL}$. On en déduit que la masse expérimentale d'acide ascorbique du comprimé est égale à $m_{\text{exp}} = 245 \text{ mg}$.

2.4.1 Déterminer l'incertitude relative $\frac{U(m_{\text{exp}})}{m_{\text{exp}}}$ dont on admet que, dans les conditions de l'expérience, la valeur est donnée par la relation : $\left(\frac{U(m_{\text{exp}})}{m_{\text{exp}}}\right)^2 = \left(\frac{U(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U(C_B)}{C_B}\right)^2$

2.4.2 Le résultat expérimental est-il en accord avec la mention portée sur la boîte de comprimés de vitamine C ? Interpréter l'écart éventuellement obtenu.

III. Un peu de balistique (5,5 points)

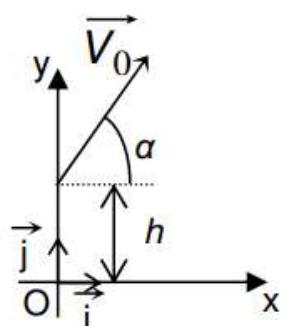
- Lors de fouilles préventives sur un chantier de travaux publics, on a retrouvé ce qui ressemble à une arme à feu. Il s'agit d'un ancien pistolet lance-fusées en bronze datant probablement de la première Guerre Mondiale. Il est dans un état de conservation assez remarquable.
- Ce type de pistolet était très utilisé lors de cette guerre car, en plus de lancer des fusées éclairantes, il pouvait servir de moyen de communication. En effet, à l'époque très peu de moyens étaient mis à disposition des troupes : les ondes hertziennes étaient très peu utilisées et c'étaient des kilomètres de câbles téléphoniques qui devaient être déroulés pour permettre la transmission de messages divers et variés.
- Ainsi les pistolets signaleurs se sont avérés très utiles.



Pistolet lance-fusées
(d'après www.histoire-collection.com)

Durée de visibilité de la fusée

- Sur la notice des fusées éclairantes que l'on peut utiliser dans ce type de pistolet, on trouve les informations suivantes :
 - Cartouche qui lance une fusée éclairante s'allumant 1,0 seconde après son départ du pistolet et éclaire d'une façon intense pendant 6 secondes environ.
 - Masse de la fusée éclairante : $m_f = 58 \text{ g}$.
- On se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen.
- Le champ de pesanteur terrestre est considéré uniforme, de valeur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.
- On négligera toutes les actions dues à l'air ainsi que la perte de masse de la fusée pendant qu'elle brille et on considérera cette dernière comme un objet ponctuel.
- On définit un repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ avec O au niveau du sol et tel que la position initiale de la fusée éclairante à la sortie du pistolet soit à une hauteur $h = 1,8 \text{ m}$. Le vecteur vitesse initiale \vec{v}_0 est dans le plan (O, x, y) ; Ox est horizontal et Oy est vertical et orienté vers le haut.
- À l'instant $t = 0 \text{ s}$, le vecteur vitesse de la fusée éclairante fait un angle α égal à 55° avec l'axe Ox et sa valeur est $v_0 = 50 \text{ m.s}^{-1}$. On pourra se référer au schéma ci-contre.



- 1.1. Représenter le vecteur champ de pesanteur \vec{g} sur le schéma donné **en figure 1 ci-dessous** et tracer qualitativement l'allure de la trajectoire suivie par la fusée éclairante dans ce champ de pesanteur.
- 1.2. En utilisant une loi de Newton que l'on énoncera, déterminer les coordonnées du vecteur accélération de la fusée éclairante : $a_x(t)$ suivant x et $a_y(t)$ suivant y .
- 1.3. En déduire les expressions des coordonnées $v_x(t)$ et $v_y(t)$ du vecteur vitesse de la fusée éclairante et montrer que les équations horaires du mouvement de la fusée s'écrivent :
- $$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{g}{2} \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t + h \end{cases} \text{ avec } t \text{ en seconde, } v_0 \text{ en mètre par seconde et } x(t), y(t) \text{ et } h \text{ en mètre.}$$
- 1.4. Déterminer la valeur de la durée du vol de la fusée éclairante.
- On rappelle qu'une équation du second degré de la forme $ax^2 + bx + c = 0$ admet deux solutions $x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$ et $x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$ si $\Delta = b^2 - 4ac$ est positif.
- 1.5. Calculer l'altitude à partir de laquelle la fusée commence à éclairer puis l'altitude à laquelle elle s'arrête. Ces valeurs paraissent-elles adaptées au but recherché ?

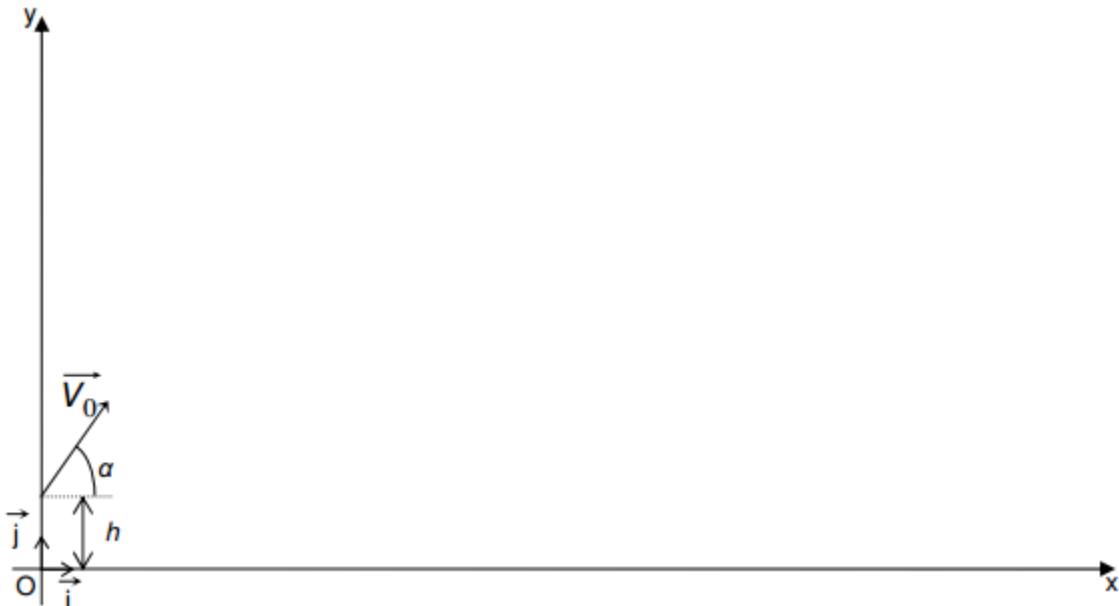


Figure 1 : Trajectoire de la fusée éclairante