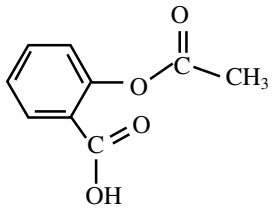
**Amérique du Sud 2003**

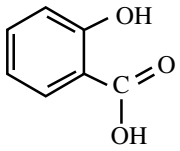
## HÉMISYNTHÈSE DE L'ASPIRINE AU LABORATOIRE (6,5 points)

*L'aspirine ou acide acétylsalicylique a pour formule :*



**1.** Recopier la formule puis entourer et nommer les deux groupes fonctionnels (ou caractéristiques).

**2.** *L'aspirine peut être obtenue par action de l'acide acétique ou éthanoïque sur le groupe hydroxyle –OH de l'acide salicylique de formule :*



**2.1.** Comment appelle-t-on cette réaction ?
**2.2.** Écrire l'équation de la réaction modélisant cette transformation en utilisant les formules semi-développées.
**2.3.** Quelles sont ses principales caractéristiques ?

### 3. Étude théorique de la réaction entre l'acide acétique et l'acide salicylique.

*On considère la transformation effectuée à partir d'un mélange initial de 0,10 mol d'acide acétique et 0,10 mol d'acide salicylique.*

**3.1.** Compléter le tableau descriptif de l'évolution du système chimique (ou tableau d'avancement) donné en **annexe** à rendre avec la copie. On notera l'acide salicylique ROH et l'acide acétique $R'CO_2H$.

**3.2.1.** Exprimer le quotient de réaction $Q_r$ en fonction de l'avancement x de la réaction.
**3.2.2.** Calculer sa valeur $Q_{r,i}$ dans l'état initial.
**3.2.3.** Sachant que pour cette réaction la constante d'équilibre $K = 7{,}0 \times 10^{-3}$, préciser le sens d'évolution de la réaction.

**3.3.1.** En appelant $x_f$ l'avancement final correspondant à l'état d'équilibre du système, montrer que la constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction se met sous la forme $K = \left(\frac{x_f}{0{,}10 - x_f}\right)^2$.

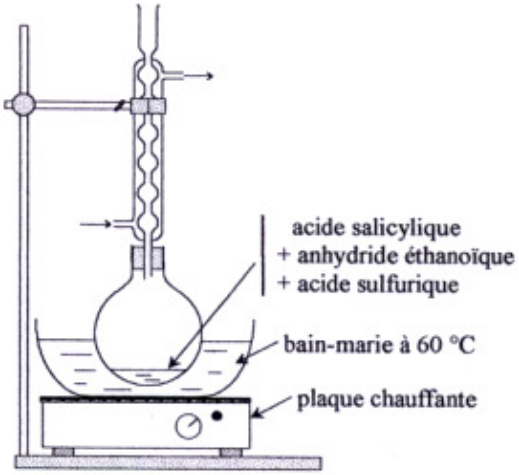
**3.3.2.** En déduire la valeur numérique de $x_f$.
**3.3.3.** Définir le taux d'avancement final de la transformation.
**3.3.4.** Montrer qu'il est inférieur à 8%.

### 4. Une autre méthode de préparation.

*Le taux d'avancement étant très faible, on préfère préparer l'aspirine en faisant réagir l'acide salicylique sur de l'anhydride éthanoïque.*
*Dans un ballon bien sec, on introduit avec précaution :*

- *10,0 g d'acide salicylique ;*
- *12 mL d'anhydride éthanoïque mesurés à l'éprouvette graduée ;*
- *quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.*

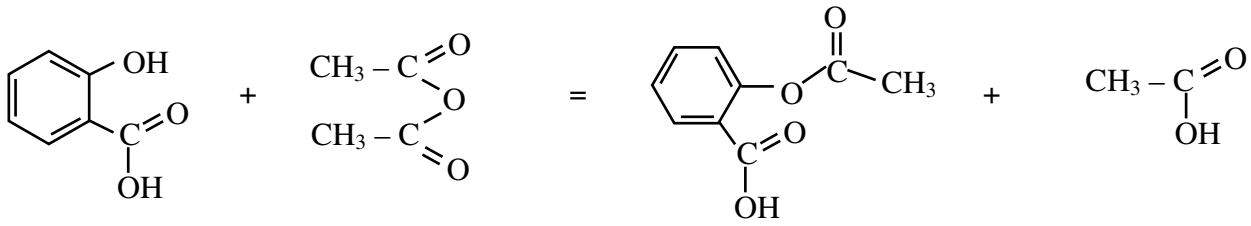
*On réalise le montage représenté ci-contre puis on chauffe le mélange réactionnel au bain-marie à 60 °C pendant une vingtaine de minutes.*



*Questions concernant le protocole opératoire :*

4.1.1. Comment nomme-t-on ce type de montage ?
4.1.2. Quel est le rôle du réfrigérant à boules ?
4.1.3. Pourquoi chauffe-t-on le mélange réactionnel ?
4.1.4. Quel est le rôle de l'acide sulfurique ?
4.1.5. Pourquoi faut-il utiliser un ballon bien sec ?
4.1.6. Quelles précautions faut-il prendre pour introduire l'anhydride éthanoïque et l'acide sulfurique concentré dans le ballon ?

4.2. *Après 20 minutes de chauffage, on sort le ballon du bain-marie sans couper la circulation d'eau puis on introduit par le haut du réfrigérant 10 mL d'eau distillée destinés à hydrolyser l'excès d'anhydride acétique puis, quand l'ébullition cesse, 50 mL d'eau distillée glacée. Les cristaux d'aspirine précipitent dans le ballon.*
*Après cristallisation complète, on filtre sur büchner, on rince les cristaux puis on les place à l'étuve à 80 °C pour les faire sécher. La masse expérimentale d'aspirine obtenue est : $m_{exp} = 10,8$ g.*
*L'équation de la réaction modélisant cette transformation est indiquée ci-dessous :*



4.2.1. Montrer que l'anhydride acétique a été introduit en excès (on pourra s'aider d'un tableau d'avancement).
4.2.2. Calculer la masse théorique $m_{th}$ d'aspirine que l'on peut obtenir en considérant cette transformation comme totale.
4.2.3. Définir et calculer le rendement de cette transformation.

*Données :*
*Masses molaires : - de l'anhydride acétique : $M_{anh.} = 102$ g.mol$^{-1}$*
*- de l'aspirine : $M_{asp.} = 180$ g. mol$^{-1}$*
*- de l'acide salicylique : $M_{ac.} = 138$g.mol$^{-1}$*

*Masse volumique de l'anhydride éthanoïque : $\rho = 1,08$ g.mL$^{-1}$'*

**FEUILLE ANNEXE RELATIVE A L'EXERCICE III**

HÉMISYNTHÈSE DE L'ASPIRINE AU LABORATOIRE

## À RENDRE AVEC LA COPIE

Hémisynthèse de l'aspirine au laboratoire

3.1. Tableau d'avancement

| Équation | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Quantité de matière dans l'état initial (en mol) | | | | |
| Quantité de matière en cours de transformation (en mol) | | | | |
| Quantité de matière théorique dans l'état final (en mol) | | | | |
| Quantité de matière dans l'état final (en mol) | | | | |

## Amérique du sud 2003 — I. LUNETTE OU TÉLESCOPE ? (4 points)

*Douceur des nuits et clarté du ciel font de l'été la saison idéale pour s'initier à l'astronomie. Mais quand on est totalement débutant dans ce genre d'exercice, quel matériel choisir ?*

*Si on exclut les paires de jumelles, il existe deux grandes familles d'instruments pour l'observation du ciel : les lunettes et les télescopes. Leur différence de conception tient essentiellement au trajet emprunté par la lumière dans l'appareil.*

*Les lunettes se résument à un tube portant une lentille (ou un groupe de lentilles) à chaque extrémité. La plus grosse, tournée vers le ciel, est l'objectif : elle capte la lumière et concentre les rayons pour former une image à l'intérieur de l'instrument. La deuxième lentille, l'oculaire, permet d'observer cette image.*

*Le grossissement d'une lunette est égal à la distance focale de l'objectif divisée par celle de l'oculaire …*

*Dans un télescope, le trajet optique de la lumière est fondamentalement différent de celui d'une lunette. Son principe de fonctionnement repose sur un jeu de miroirs. Le plus important, dit miroir primaire, capte la lumière et la dirige vers un second miroir, le miroir secondaire qui, à son tour, la réfléchit vers l'oculaire.*

*Le grossissement d'un télescope se calcule de la même manière que pour une lunette. Le miroir primaire, sphérique convergent, possède aussi une distance focale. On la divise par la distance focale de l'oculaire pour déterminer le grossissement.*

d'après l'article "Lunette ou télescope" de Henri-Pierre PENEL, *Sciences et Vie*, août 2001.

*L'objectif de cet exercice est de schématiser les trajets suivis par la lumière dans une lunette astronomique et dans un télescope.*

### 1. Une lunette astronomique.

*On observe la Lune à l'aide d'une lunette astronomique dont l'objectif est une lentille convergente de distance focale $f'_1 = 100$ cm.*

*Vue depuis la Terre, la Lune a un diamètre apparent* $\alpha = 9{,}3 \times 10^{-3}$ *rad.*

**1.1.1.** Rappeler la définition du diamètre apparent (on pourra répondre par un schéma clairement annoté).

**1.1.2.** Calculer le diamètre réel de la Lune sachant qu'elle est située à $3{,}8 \times 10^5$ km de la Terre.

***1.2.*** *On appelle AB le diamètre de la Lune situé dans le plan vertical contenant l'axe de la lunette, le point A étant situé sur l'axe optique principal (voir figure 1 de l'annexe). La lune étant très éloignée de la Terre, dans toute la suite de l'énoncé, on la supposera à l'infini.*

**1.2.1.** Sur la figure 1 de l'annexe, **à rendre avec la copie**, construire l'image $A_1B_1$, donnée par l'objectif (lentille $L_1$) de l'objet AB.

**1.2.2.** Calculer la grandeur de cette image. L'angle $\alpha$ étant petit, on pourra utiliser l'approximation $\tan\alpha \approx \alpha$, $\alpha$ étant exprimé en radian.

***1.3.*** *L'image $A_1B_1$ sert d'objet pour l'oculaire (lentille $L_2$) qui en donne une image A'B'.*

**1.3.1.** Quelle position particulière doit occuper $A_1B_1$ pour que A'B' soit rejetée à l'infini (vision sans fatigue) pour un œil normal ?

**1.3.2.** En déduire la position des foyers de la lentille $L_2$ et les marquer sur la figure 1 de la feuille annexe, en fin d'exercice.

**1.3.3.** Construire l'image A'B' sur la figure 1.

***1.4.*** *On appelle grossissement de la lunette le rapport* $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$, *$\alpha$ étant le diamètre apparent et $\alpha'$ l'angle sous lequel on voit l'image A'B'.*

**1.4.1.** Calculer l'angle $\alpha'$ sachant que l'oculaire a une distance focale $f'_2 = 10{,}0$ cm. L'angle $\alpha'$ étant petit, on pourra utiliser l'approximation $\tan \alpha' \approx \alpha'$, $\alpha'$ étant exprimé en radian.

**1.4.2.** En déduire le grossissement de la lunette.

**1.4.3.** Vérifier que la relation indiquée dans le texte pour calculer le grossissement donne le même résultat.

**2. Un télescope.**

*On utilise maintenant un télescope de Newton pour observer la Lune. Le miroir principal, de sommet S, a une distance focale $f'_1 = 100$ cm.*

**2.1.1.** Quel est, d'après le texte, le rôle du miroir secondaire ?

**2.1.2.** Pourquoi ce miroir est-il indispensable dans un télescope ?

***2.2.*** *Sur la figure 2 de la feuille annexe (**à rendre avec la copie**) on a représenté l'image $A_1B_1$ donnée par le miroir primaire. Cette image sert d'objet pour le miroir plan qui en donne une image $A_2B_2$.*

**2.2.1.** Construire l'image $A_2B_2$ puis l'image définitive A'B' donnée par l'oculaire.

**2.2.2.** Compléter sur la figure 2 de la feuille annexe, le trajet dans le télescope du rayon issu de B qui frappe le miroir principal en I (faire un tracé en couleur bien visible).

# FEUILLE ANNEXE
# À RENDRE AVEC LA COPIE

**Figure 1**

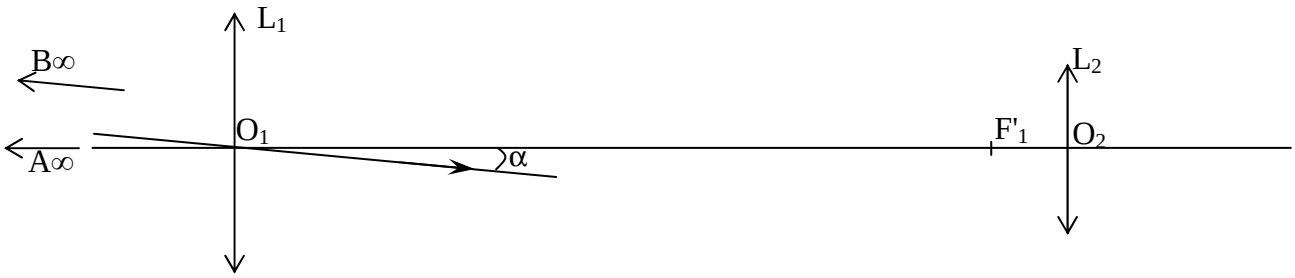
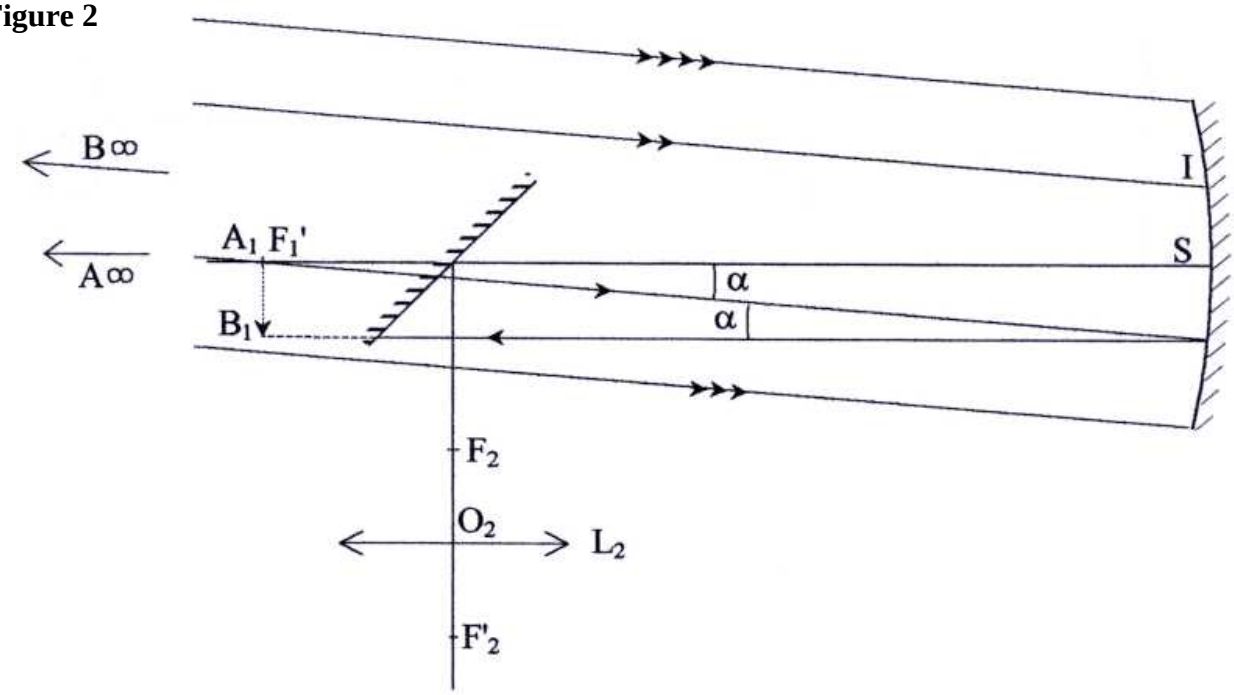



**Figure 2**



**Amérique du sud 2003** **Le Radon: un danger méconnu** **(4 points)**

*Calculatrice autorisée*

*L'une des principales sources d'exposition de l'homme aux rayonnements ionisants est un élément radioactif naturel, désigné par les scientifiques sous le nom de "radon 222".*

*Cet isotope du radon appartient à la filiation radioactive de"l'uranium 238". Il se désintègre lui-même en émettant des particules $\alpha$ (alpha). Sa demi-vie est de 3,8 jours. On ne l'observerait pas dans notre environnement s'il ne s'en formait pas en permanence.*

*Le radon est le seul des descendants de l'uranium à être gazeux, ce qui lui permet de passer dans l'atmosphère en s'échappant des roches du sous-sol. Il peut donc s'infiltrer dans la moindre fissure des constructions et s'accumuler dans les pièces non aérées, comme les caves et les sous-sols.*

*On estime qu'en France, le radon est responsable de 34% de l'exposition totale de la population à la radioactivité. Cette exposition varie beaucoup d'un endroit à l'autre: on a mesuré, par exemple, quelques dizaines de becquerels par mètre cube à Paris et quelques centaines en Lozère. Les sols granitiques, plus riches en uranium, libèrent davantage de radon que les sols sédimentaires.*

*Au danger du radon s'ajoute celui de ses descendants solides qui, inhalés avec lui sous forme de poussières, émettent des rayonnements ionisants. Ainsi, le radon, associé à d'autres facteurs comme le tabac, serait lié à 185 cas de décès par cancer du poumon en Bretagne !*

*La première parade contre le radon est une bonne ventilation. D'autre part, des normes sont définies, en particulier dans la construction, pour limiter les risques d'exposition : ainsi l'Union Européenne préconise la mise en place d'actions correctives lorsque l'activité volumique moyenne dépasse 400 becquerels par mètre cube.*

*D'après des informations de l'Institut de protection et de sécurité nucléaire*

**Données :**

*Le tableau suivant donne le numéro atomique, le symbole et le nom de quelques éléments chimiques.*

| Z | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Symbole | Bi | Po | At | Rn | Fr | Ra | Ac |
| Nom | bismuth | polonium | astate | radon | francium | radium | actinium |

**1. La désintégration du « radon 222 »**

**1.1.** Donner la composition du noyau de l'isotope $^{222}_{86}\text{Rn}$ du radon.

**1.2.** En vous servant des informations du texte encadré et de l'extrait de classification périodique, écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondant à la désintégration du « radon 222 ». On rappellera les lois de conservation utilisées et l'on supposera que le noyau fils n'est pas produit dans un état excité.

**1.3.** Expliquer brièvement pourquoi l'état gazeux du radon le rend dangereux.

**2. Qualité de l'air dans une cave.**

*Un technicien est chargé de vérifier la qualité de l'air contenu dans une cave.*

**2.1.** *Pour cela, après avoir réalisé le vide dans une fiole, le technicien prélève, dans cette fiole, le gaz contenu dans la cave d'une habitation. La fiole est introduite dans un appareil qui compte un nombre d'événements proportionnel au nombre de noyaux désintégrés.*

*On supposera que le seul gaz radioactif contenu dans la fiole est le « radon 222 ». Le temps de comptage est fixé à 50 s. L'opération de comptage est répétée 20 fois successivement et l'ensemble dure moins d'une heure. Les résultats, ramenés à une seconde, sont regroupés dans le tableau suivant:*

| Mesure n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n = *nombre d'événements détectés par seconde* | 5 | 8 | 9 | 1 | 12 | 8 | 14 | 9 | 12 | 4 |
| Mesure n° | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| n = *nombre d'événements détectés par seconde* | 9 | 8 | 6 | 9 | 10 | 4 | 9 | 8 | 10 | 6 |

**2.1.1.** *Le temps de demi-vie du radon est très supérieur à la durée de l'expérience.*
Pourquoi le nombre d'événements détectés par seconde varie-t-il ?

**2.1.2.** Calculer la moyenne $\overline{n}$ et l'écart-type σ de cette série de mesures.

**2.2.** *On montre que l'activité moyenne* $\overline{A}$ *de ce gaz, exprimée en becquerels par mètre cube (Bq.m$^{-3}$), est proportionnelle à* $\overline{n}$ *:*

$\overline{A} = k \times \overline{n}$ *avec* $k = 80$ *k est un coefficient qui dépend de l'appareillage utilisé.*

**2.2.1.** Calculer l'activité moyenne du gaz prélevé en Bq.m$^{-3}$.

**2.2.2.** Après cette étude, quelles vont être les conclusions du technicien sur la qualité de l'air dans la cave, d'après le texte en début d'énoncé ?

**3. Détermination du temps de demi-vie du radon 222**

*Avec le même prélèvement dans la fiole, le technicien veut déterminer le temps de demi-vie du « radon 222 ». Pour cela il reproduit les mêmes opérations que précédemment, toutes les 50 heures, sur une durée totale de plus de 200 heures. Il calcule l'activité moyenne du gaz par mètre cube aux dates considérées. Il trace la courbe* $\ln \overline{A} = f(t)$

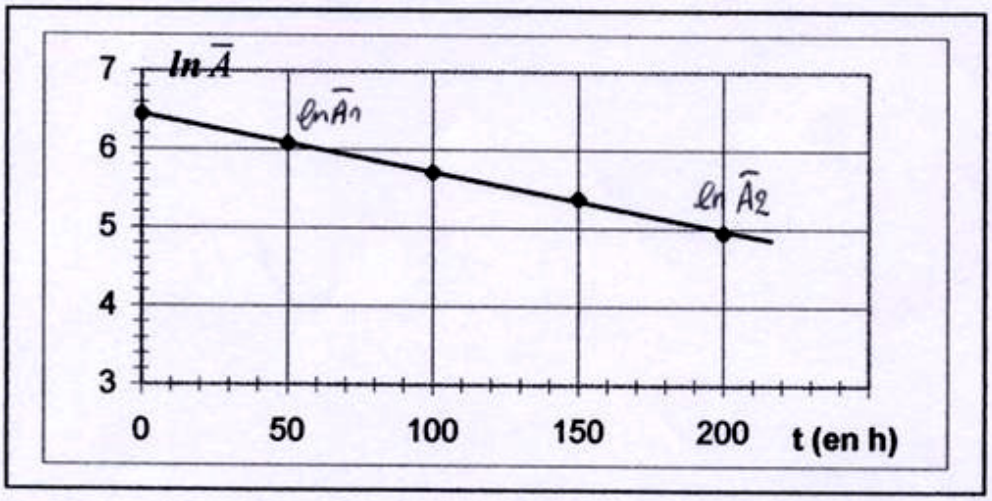



Figure 1

**3.1.** *La loi de décroissance radioactive s'applique à l'activité moyenne :*
$\overline{A} = \overline{A}_0 \times e^{-\lambda \times t}$ *dans lesquelles λ est la constante radioactive du « radon 222 ».*

**3.1.1.** Justifier l'allure de la courbe tracée.

**3.1.2.** En déduire la valeur de la constante radioactive λ du « radon 222 » en h$^{-1}$.

**3.2.** *De la constante radioactive au temps de demi-vie.*

**3.2.1.** Définir en une phrase le temps de demi-vie $t_{1/2}$ du radon.

**3.2.2.** Donner la relation entre le temps de demi-vie $t_{1/2}$ et la constante radioactive λ.

**3.2.3.** Calculer le temps demi-vie $t_{1/2}$ du radon 222

**3.2.4.** Comparer cette valeur à celle donnée dans le texte encadré.

**Amérique du Sud 2003** **II. LE GRAND SAUT : UNE CHUTE LIBRE ? (5,5 points)**

*L'une des disciplines rattachées au parachutisme sportif est appelée « chute libre » par ses adeptes. Correspond-elle à la définition physique de la chute libre ? Pour le savoir, nous nous intéressons au cas où un sportif saute, par vent nul, d'un avion à 3 000 m d'altitude, et n 'ouvre son parachute que 2 000 m plus bas, au terme d'une chute dite « libre ».*

*L'étude sera faite dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. On donne la valeur de l'accélération de la pesanteur dans la portion d'espace où se déroule le saut : $g = 9{,}80\ m.s^{-2}$.*

*Les parties 1, 2 et 3 sont indépendantes.*

## 1. Recherche de la trajectoire d'une chute libre avec vitesse initiale.

*Alors que l'avion vole en palier horizontal à l'altitude $h_0 = 3{,}0 \times 10^3$ m, à la vitesse $v_0 = 130\ km.h^{-1}$, le sauteur quitte l'avion, en un point A, à un instant t pris comme origine des dates. On négligera à cet instant la vitesse du sauteur par rapport à l'avion devant la vitesse de l'avion par rapport au sol.*
*Nous supposerons dans cette partie que la chute est libre au sens des physiciens et nous assimilerons le sauteur à un point matériel.*
*Le mouvement ultérieur du sauteur est repéré par rapport à deux axes, comme l'indique la figure 1 :*
*- O origine du repère est placée au niveau du sol ;*
*- Ox est horizontal ;*
*- Oz est vertical vers le haut ;*
*- le point A est sur l'axe Oz, de sorte que ses coordonnées sont : $x_A = 0$ ; $z_A = h_0$ .*

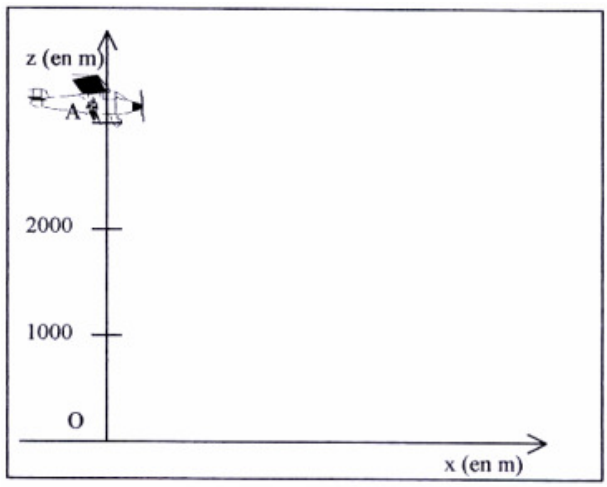


Figure 1

**1.1.1.** Au sens des physiciens, quand dit-on qu'une chute est libre ?
**1.1.2.** Appliquer la deuxième loi de Newton et en déduire les coordonnées (ou projections) $a_x$ et $a_z$ du vecteur accélération du sauteur dans ce cas.
**1.2.** Exprimer, dans le repère défini, les coordonnées (ou projections) $v_{0x}$, et $v_{0Z}$ du vecteur vitesse initiale du sauteur.
**1.3.1.** Déduire des résultats précédents les équations horaires x(t) et z(t) du mouvement du sauteur.
**1.3.2.** Quelle est l'équation de la trajectoire z = f(x) du sauteur ? Comment nomme-t-on une telle portion de courbe ?
**1.3.3.** Au bout de quelle durée le sauteur atteindra-t-il l'altitude $h_1 = 1{,}0 \times 10^3$ m ?

## 2. La chute est-elle réellement libre ?

**2.1.1.** Si la chute est libre justifier, sans calcul, que l'énergie mécanique du sauteur se conserve entre l'altitude $h_0$ et l'altitude $h_1$.
**2.1.2.**En déduire la valeur $v_1$ de la vitesse atteinte dans ce cas par le sauteur à l'altitude $h_1 = 1{,}0 \times 10^3$ m.
**2.2.**En réalité, après une phase d'accélération, la vitesse du sauteur se stabilise à la valeur $v'_1 = 55\ m.s^{-1}$.
Comment expliquez-vous cet écart ? La chute est-elle réellement libre ?

### 3. Ouverture du parachute.

*On considère que, dans cette phase, la trajectoire est verticale.*

*À l'altitude $h_1$, le sauteur ouvre son parachute. L'ensemble sauteur-parachute, de masse m = 90 kg, subit alors de la part de l'air une force de frottement* $\vec{F}$ *, de sens opposé à la vitesse, et dont on modélisera la valeur par l'expression* :

$$F = \frac{1}{2} . K . \rho . v^2$$ avec v : vitesse du mobile ;

$\rho$ = 1,3 kg.m$^{-3}$ : masse volumique de l'air ;
K = 38 unité S.I : coefficient dépendant de la forme et de la surface du parachute.

*On négligera la poussée d'Archimède sur le système devant les valeurs des autres forces exercées.*

**3.1.** Quelle est l'unité de K ? *On rappelle que 1 N = 1 kg.m.s$^{-2}$. (On pourra utiliser l'analyse dimensionnelle.)*

**3.2.** En utilisant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle du mouvement au cours de cette phase est de la forme :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{K.\rho.v^2}{2m} = g$$

**3.3.** Cette vitesse diminue rapidement, puis se stabilise à une valeur $v_2$. À partir de l'équation différentielle, déduire l'expression de $v_2$, puis calculer sa valeur.

**3.4.** La figure 2 ci-dessous représente la courbe donnant l'allure de l'altitude z du sauteur en fonction du temps, après l'ouverture du parachute quand la vitesse est devenue constante. Retrouver à l'aide de cette courbe la valeur limite $v_2$ calculée au 3.3.

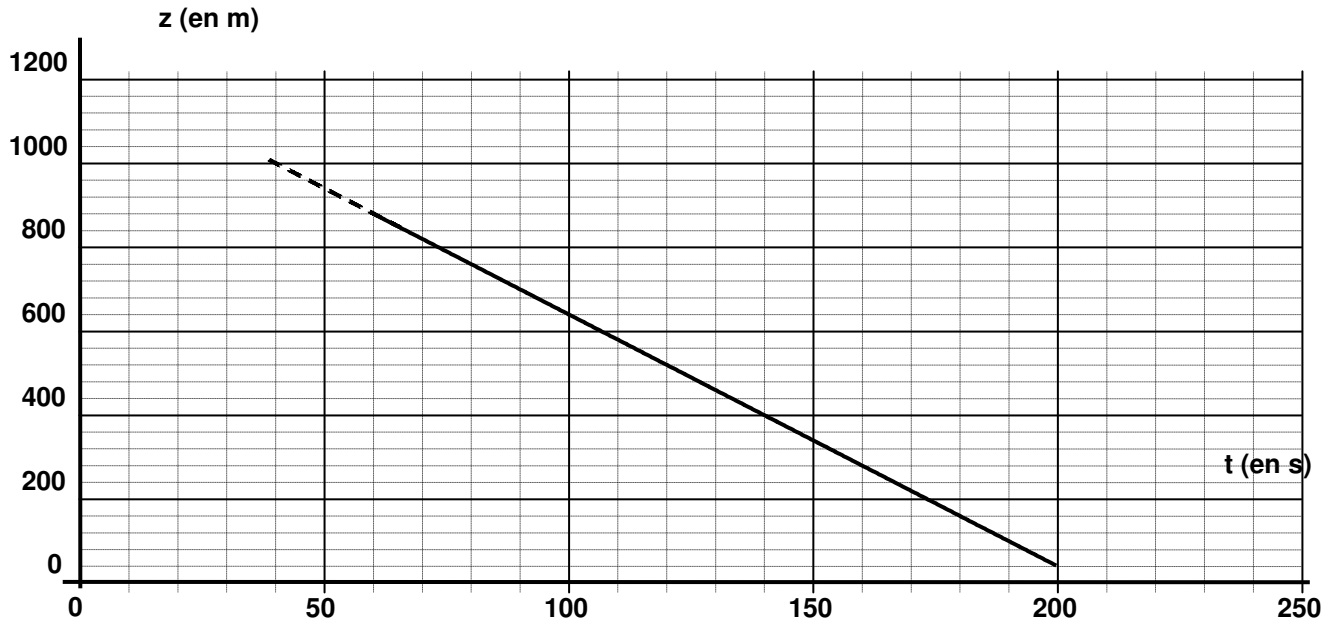



Figure 2