Corrigé complet — Bac S 2007 Antilles-Guyane (ancien programme)

Physique-chimie, Bac S (épreuve écrite) **16 points** **3 h 30**

Ex 1	**Synthèse d'un composé aromatique présent dans l'olivier de Bohème** Estérification · Vitesse de réaction et temps de demi-réaction · Constante d'acidité et diagramme de prédominance · Titrage pH-métrique · Tableau d'avancement et rendement · Facteurs cinétiques	6,5 pts	1 h 18	19 questions	p. 2
Ex 2	**Spécialité : étude de la notice d'un télescope** Miroir sphérique convergent · Télescope de Newton · Oculaire et image à l'infini · Cercle oculaire · Grossissement · Diamètre apparent	4 pts	52 min	14 questions	p. 8
Ex 3	**La découverte de la radioactivité artificielle** Radioactivité α et β^+ · Lois de conservation (lois de Soddy) · Isotopes · Loi de décroissance radioactive et demi-vie · Équivalence masse-énergie	5,5 pts	1 h 05	19 questions	p. 13
Ex 4	**Jeu de boulet** Bilan des forces · Énergie potentielle de pesanteur · Conservation de l'énergie mécanique · Deuxième loi de Newton · Chute libre avec vitesse initiale horizontale · Équation de la trajectoire	4 pts	52 min	13 questions	p. 17

Comment s'en servir. Fais d'abord le sujet en temps limité, puis corrige-toi exercice par exercice. À gauche de chaque question, sur les carreaux : ce qu'il faut écrire sur ta copie. À droite : les pièges, ce qu'il faut comprendre et les méthodes.

Synthèse d'un composé aromatique présent dans l'olivier de Bohème

Bac S 2007 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 1 **6,5 points** **Durée conseillée 1 h 18**

1.1 Choisir la ou les bonnes réponses : estérification, hydrolyse d'un ester, saponification ; réaction rapide ou lente.

Un acide carboxylique (l'acide benzoïque) réagit avec un alcool (l'éthanol) pour former un ester et de l'eau : c'est une estérification. Cette transformation est lente.

Propositions exactes : **a** et **e**.

PIÈGE
L'hydrolyse d'un ester est la réaction inverse (ester + eau) ; la saponification fait réagir un ester avec les ions hydroxyde. Aucune des deux ne correspond aux réactifs utilisés ici.

1.2.1 Justifier, à l'aide d'une construction graphique sur l'annexe 1, l'évolution de la vitesse de la réaction.

Données utiles $v = \frac{1}{V}\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$

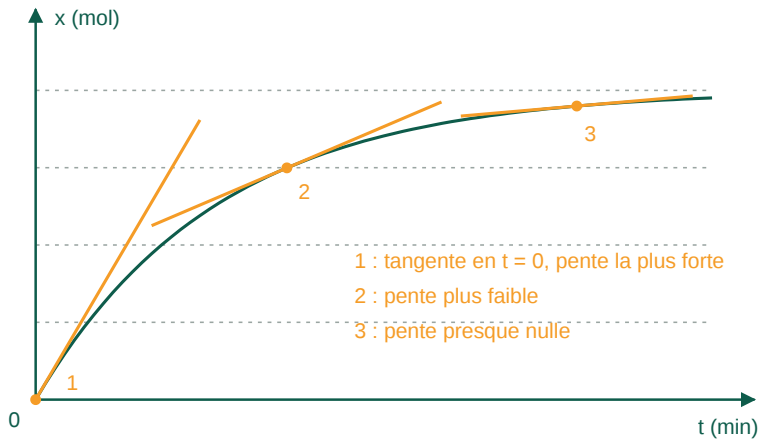
Le volume V étant constant, v est proportionnelle à $\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$, c'est-à-dire au coefficient directeur de la tangente à la courbe $x(t)$ à la date considérée.

On trace la tangente à trois dates : elle est de moins en moins inclinée, puis presque horizontale.

La vitesse volumique de réaction diminue au cours du temps, jusqu'à s'annuler quand x atteint sa valeur finale.

COMPRENDRE
Les réactifs sont consommés peu à peu : leur concentration, qui est un facteur cinétique, diminue, donc la réaction ralentit.

COMPRENDRE
Le programme actuel définit plutôt la vitesse volumique d'apparition d'un produit, $\frac{\mathrm{d}[\mathrm{P}]}{\mathrm{d}t}$. La lecture graphique par la pente de la tangente est identique.



1.2.1 · Annexe 1 : tangentes à la courbe à trois dates

1.2.2 Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

$t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle l'avancement vaut la moitié de l'avancement final : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$.

PIÈGE
Ce n'est pas la moitié de la durée de la réaction. Et pour une transformation limitée comme celle-ci, la référence est x_f, pas x_{max}.

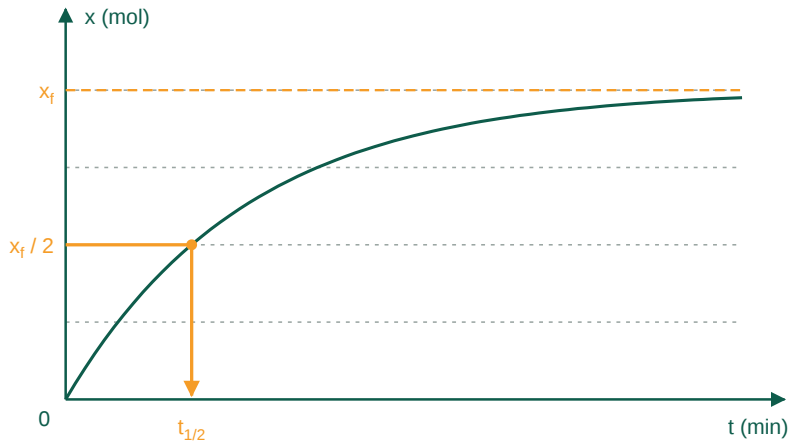
1.2.3 À l'aide d'une autre construction graphique sur l'annexe 1, expliquer comment déterminer ce temps de demi-réaction.

On repère x_f grâce au palier de la courbe (4 divisions), puis on place $\frac{x_f}{2}$ sur l'axe des ordonnées (2 divisions).

On trace l'horizontale d'ordonnée $\frac{x_f}{2}$ jusqu'à la courbe, puis la verticale passant par ce point d'intersection.

$t_{1/2}$ est l'abscisse du point de la courbe d'ordonnée $\frac{x_f}{2}$.

COMPRENDRE
L'axe des temps n'est pas gradué : seule la construction est attendue, sans valeur numérique.



1.2.3 · Annexe 1 : lecture graphique du temps de demi-réaction

2.1.1 Écrire l'équation de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau.

L'acide RCOOH cède un ion $\mathrm{H^+}$ à l'eau, base du couple $\mathrm{H_3O^+}$ / $\mathrm{H_2O}$.

$$\mathrm{RCOOH\,(aq) + H_2O\,(l) = RCOO^-\,(aq) + H_3O^+\,(aq)}$$

2.1.2 En déduire l'expression de la constante d'acidité K_a du couple acide benzoïque / ion benzoate.

$$K_a = \frac{[\mathrm{RCOO^-}]_{\text{éq}} \times [\mathrm{H_3O^+}]_{\text{éq}}}{[\mathrm{RCOOH}]_{\text{éq}}}$$

COMPRENDRE
L'eau, solvant, n'apparaît pas dans l'expression. Les concentrations sont celles de l'état d'équilibre, exprimées en $\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$ (divisées par $c^\circ = 1\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$), si bien que K_a est sans unité.

2.1.3 Sachant que cette constante d'acidité vaut $6{,}3 \times 10^{-5}$ à 25 °C, vérifier que $\mathrm{p}K_a = 4{,}2$.

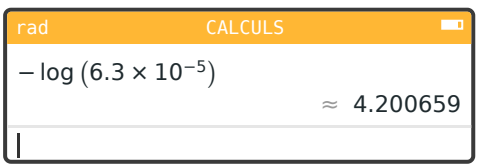
Données utiles $K_a = 6{,}3 \times 10^{-5}$

$$\mathrm{p}K_a = -\log K_a = -\log\left(6{,}3 \times 10^{-5}\right)$$

$\mathrm{p}K_a = 4{,}2$, valeur attendue.

PIÈGE
Utiliser la touche log (logarithme décimal) et non ln.

À LA CALCULATRICE



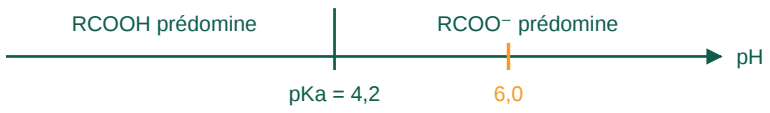
2.1.4 Tracer le diagramme de prédominance du couple acide benzoïque / ion benzoate.

Données utiles $\mathrm{p}K_a = 4{,}2$ (2.1.3)

Sur un axe gradué en pH, la frontière est placée à $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a = 4{,}2$.

Pour $\mathrm{pH} < 4{,}2$, l'acide RCOOH prédomine ; pour $\mathrm{pH} > 4{,}2$, c'est l'ion benzoate $\mathrm{RCOO^-}$.

MÉTHODE
La forme acide est toujours du côté des pH faibles. À $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a$, les deux formes ont la même concentration.



2.1.4 · Diagramme de prédominance (en orange : le pH de la question 2.1.5)

2.1.5 Le pH d'une solution d'acide benzoïque vaut 6,0. Quelle est l'espèce prédominante à cette valeur de pH ?

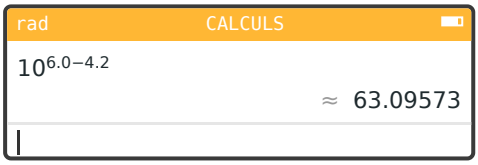
Données utiles $\mathrm{p}K_a = 4{,}2$; diagramme de la question 2.1.4

$\mathrm{pH} = 6{,}0 > \mathrm{p}K_a = 4{,}2$: on se trouve dans le domaine de la forme basique.

L'espèce prédominante est l'ion benzoate $\mathrm{RCOO^-}$.

COMPRENDRE
Avec $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_a + \log \dfrac{[\mathrm{RCOO^-}]}{[\mathrm{RCOOH}]}$, le rapport des concentrations vaut $10^{1{,}8} \approx 63$: l'ion benzoate est environ 63 fois plus concentré que l'acide.

À LA CALCULATRICE



2.2.1 Écrire l'équation de la réaction support du titrage.

L'acide benzoïque réagit avec les ions hydroxyde apportés par la soude ; les ions $\mathrm{Na^+}$ sont spectateurs.

$$\mathrm{RCOOH\,(aq) + HO^-\,(aq) \longrightarrow RCOO^-\,(aq) + H_2O\,(l)}$$

COMPRENDRE
Une réaction support de titrage doit être totale et rapide, d'où la flèche simple.

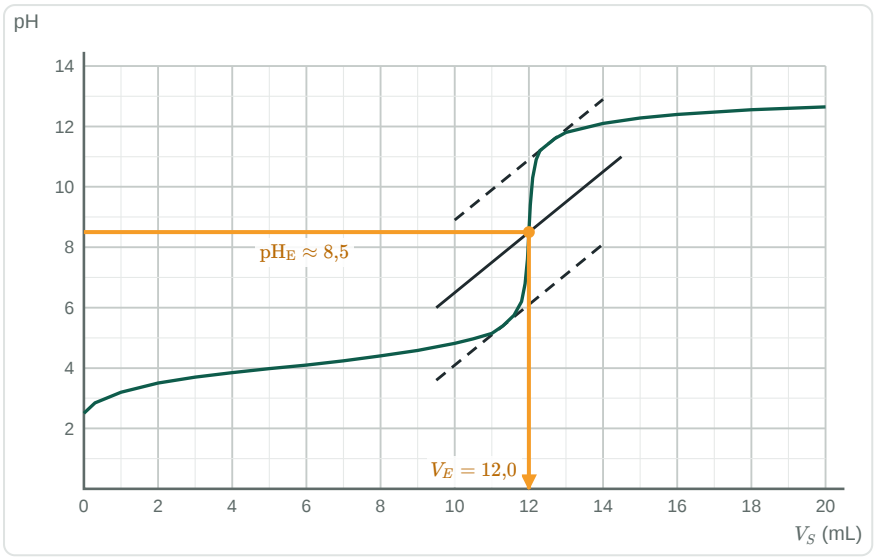
2.2.2 Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.

Données utiles courbe $\mathrm{pH} = f(V_S)$ de l'annexe 2

Méthode des tangentes parallèles : on trace deux tangentes parallèles de part et d'autre du saut de pH, puis la droite parallèle et équidistante. Elle coupe la courbe au point d'équivalence E.

$V_E = 12{,}0\ \mathrm{mL}$ et $\mathrm{pH_E} \approx 8{,}5$

COMPRENDRE
$\mathrm{pH_E} > 7$: à l'équivalence, la solution contient l'ion benzoate, qui est une base.



2.2.2 · Annexe 2 : méthode des tangentes parallèles

2.2.3 Montrer que la quantité de matière d'acide benzoïque présent dans le mélange réactionnel dosé est $n_1(ac) = 2{,}4 \times 10^{-3}$ mol.

Données utiles $C_S = 2{,}0 \times 10^{-1}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $V_E = 12{,}0\ \text{mL}$ (2.2.2)

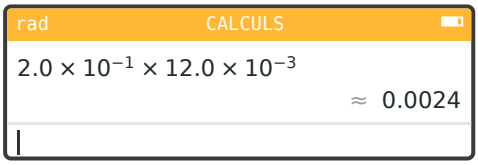
À l'équivalence, les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques (1 pour 1) : $n_1(ac) = n(\text{HO}^-)_{\text{versé}} = C_S \times V_E$

$n_1(ac) = 2{,}0 \times 10^{-1} \times 12{,}0 \times 10^{-3}$

$n_1(ac) = 2{,}4 \times 10^{-3}$ mol, valeur attendue.

PIÈGE
Convertir V_E en litres : $12{,}0\ \text{mL} = 12{,}0 \times 10^{-3}$ L.

À LA CALCULATRICE



2.2.4 Pour refaire ce titrage plus rapidement avec un indicateur coloré, faut-il choisir l'hélianthine ou la phénolphtaléine, et pourquoi ?

Données utiles zones de virage : hélianthine 3,2 – 4,4 ; phénolphtaléine 8,2 – 10,0 ; $pH_E \approx 8{,}5$ (2.2.2)

Un indicateur coloré convient si sa zone de virage contient le pH à l'équivalence. Or $pH_E \approx 8{,}5$ est compris entre 8,2 et 10,0, mais pas entre 3,2 et 4,4.

Il faut choisir la phénolphtaléine.

COMPRENDRE
L'hélianthine changerait de teinte progressivement, entre 1 et 8 mL versés environ, bien avant l'équivalence : le volume relevé serait faux.

3.1 Calculer la quantité de matière $n_0(ac)$ d'acide benzoïque introduit.

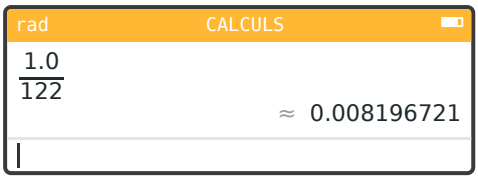
Données utiles $m = 1{,}0$ g ; $M(ac) = 122\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$n_0(ac) = \frac{m}{M(ac)} = \frac{1{,}0}{122}$$

$n_0(ac) = 8{,}2 \times 10^{-3}$ mol

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme la donnée la moins précise ($m = 1{,}0$ g).

À LA CALCULATRICE



3.2 Calculer la quantité de matière $n_0(et)$ d'éthanol introduit.

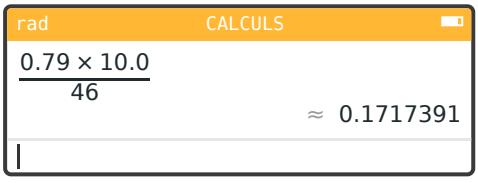
Données utiles $V = 10{,}0\ \text{cm}^3$; $\mu = 0{,}79\ \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$; $M(et) = 46\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

La masse d'éthanol est $m(et) = \mu \times V$, donc $n_0(et) = \dfrac{\mu \times V}{M(et)} = \dfrac{0{,}79 \times 10{,}0}{46}$

$$n_0(et) = 0{,}17\ \text{mol}$$

PIÈGE
L'éthanol est un liquide : passer par la masse volumique. Ici μ est en $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ et V en cm^3, aucune conversion n'est nécessaire.

À LA CALCULATRICE



3.3 Compléter littéralement le tableau d'avancement molaire de l'annexe 3.

Tous les nombres stœchiométriques valent 1 : chaque réactif perd x_f, chaque produit gagne x_f.

$$n_1(ac) = n_0(ac) - x_f\ ;\ n_1(et) = n_0(et) - x_f\ ;\ n_1(be) = x_f\ ;\ n_1(eau) = x_f$$

Équation de la réaction		C_6H_5COOH (s) + CH_3CH_2OH (l) = $C_6H_5COOCH_2CH_3$ (l) + H_2O (l)			
État du système	Avancement x (mol)	Quantité de matière (en mol)			
État initial	x = 0	n_0(ac)	n_0(et)	0	0
État final	x = x_f	n_1(ac) = n_0(ac) − x_f	n_1(et) = n_0(et) − x_f	n_1(be) = x_f	n_1(eau) = x_f

3.3 · Annexe 3 complétée

3.4 À l'aide du tableau d'avancement et des réponses précédentes, déterminer la quantité de matière $n_1(be)$ de benzoate d'éthyle formée lorsque la réaction est terminée.

Données utiles $n_1(ac) = 2{,}4 \times 10^{-3}\ \text{mol}$ (2.2.3) ; $n_0(ac) = 8{,}2 \times 10^{-3}\ \text{mol}$ (3.1)

D'après le tableau : $n_1(ac) = n_0(ac) - x_f$, donc $x_f = n_0(ac) - n_1(ac)$, et $n_1(be) = x_f$.

$$n_1(be) = 8{,}2 \times 10^{-3} - 2{,}4 \times 10^{-3}$$

$$n_1(be) = 5{,}8 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

COMPRENDRE
L'énoncé renvoie à la question 2.2.2, mais la valeur utile, $n_1(ac)$, a été établie à la question 2.2.3.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$8.2 \times 10^{-3} - 2.4 \times 10^{-3}$

$\approx$ 0.0058

3.5 Exprimer puis calculer le rendement de la réaction à la date t_∞.

Données utiles $n_1(be) = 5{,}8 \times 10^{-3}$ mol (3.4) ; $n_0(ac) = 8{,}2 \times 10^{-3}$ mol (3.1) ; $n_0(et) = 0{,}17$ mol (3.2)

Les nombres stœchiométriques sont égaux et $n_0(ac) < n_0(et)$: l'acide benzoïque est le réactif limitant, d'où $x_{max} = n_0(ac)$.

$$r = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_1(be)}{n_0(ac)} = \frac{5{,}8 \times 10^{-3}}{8{,}2 \times 10^{-3}}$$

$r = 0{,}71$, soit 71 %.

PIÈGE
Diviser par $n_0(et)$. Le rendement se calcule toujours par rapport au réactif limitant.

COMPRENDRE
$r < 100$ % alors que le système n'évolue plus : la transformation est limitée, elle aboutit à un état d'équilibre.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{5.8 \times 10^{-3}}{8.2 \times 10^{-3}}$

$\approx$ 0.7073171

3.6 Citer deux méthodes qui permettraient d'augmenter la vitesse de cette réaction.

Élever la température du mélange (chauffage à reflux) ; ajouter un catalyseur (ions H^+, apportés par quelques gouttes d'acide sulfurique).

PIÈGE
Ne pas confondre vitesse et rendement. Un catalyseur accélère la réaction sans modifier l'état final ; retirer un produit améliore le rendement, ce qui n'est pas la question posée.

Spécialité : étude de la notice d'un télescope

Bac S 2007 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 2 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1.1.1 Placer sur l'annexe 5 le sommet S du miroir sphérique convergent et son foyer principal F.

Données utiles $f'_1 = 1000$ mm ; échelle 1/10 suivant l'axe optique

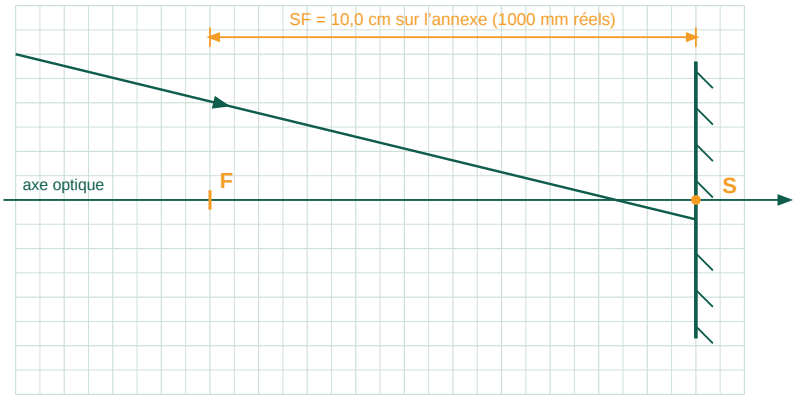
Le sommet S est le point où l'axe optique rencontre le miroir.

Le foyer principal F est sur l'axe optique, devant le miroir, à la distance $SF = f'_1 = 1000$ mm de S. À l'échelle 1/10 :

$$SF_{\text{annexe}} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ mm}$$

S est à l'intersection du miroir et de l'axe optique ; F est sur l'axe, 10,0 cm à gauche de S sur l'annexe.

PIÈGE
Utiliser l'échelle 1/2 : elle ne sert que pour les longueurs perpendiculaires à l'axe (le diamètre du miroir). Le long de l'axe, c'est l'échelle 1/10.



1.1.1 · Annexe 5 : sommet S et foyer principal F

1.1.2 Quelle relation existe-t-il entre $\overline{CS}$ et $\overline{CF}$, C étant le centre du miroir ?

Le foyer principal F d'un miroir sphérique est le milieu du segment $[CS]$.

$\overline{CS} = 2\,\overline{CF}$

COMPRENDRE
Le rayon du miroir vaut donc $CS = 2f'_1 = 2000$ mm, soit 20 cm à l'échelle de l'annexe 5 : le centre C est en dehors de la feuille.

1.1.3 Où se forme l'image d'un objet placé à l'infini ?

Les rayons issus d'un point à l'infini arrivent parallèles entre eux sur le miroir ; après réflexion, ils convergent en un point du plan perpendiculaire à l'axe optique passant par F.

L'image se forme dans le plan focal du miroir (au foyer F lui-même si l'objet est sur l'axe optique).

1.1.4 Construire sur l'annexe 5 l'image d'un objet lumineux situé à l'infini (étoile), un des rayons issus de l'objet étant déjà représenté.

L'étoile est à l'infini : tous ses rayons sont parallèles au rayon donné, et son image B_1 est dans le plan focal (1.1.3).

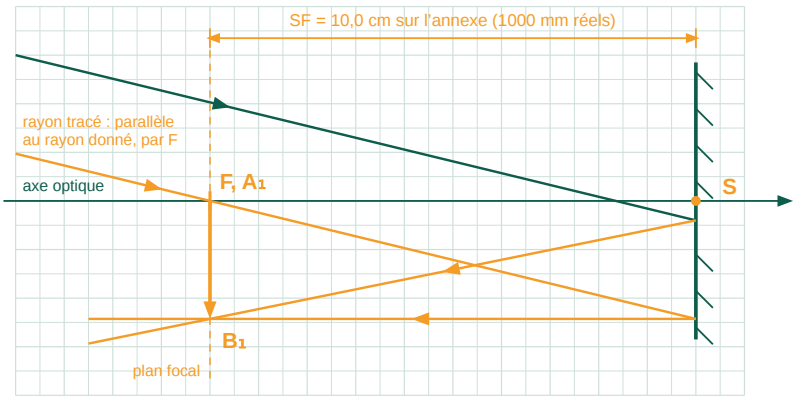
- On trace le rayon parallèle au rayon donné qui passe par F : il se réfléchit parallèlement à l'axe optique.
- Ce rayon réfléchi coupe le plan focal en B_1.
- Le rayon donné se réfléchit en passant lui aussi par B_1.

Le point A_1, image du point de l'objet situé sur l'axe, est en F.

L'image A_1B_1 est dans le plan focal, A_1 en F et B_1 sous l'axe (environ 2,4 cm sur l'annexe) : image réelle et renversée.

PIÈGE
Réfléchir le rayon donné « au jugé ». Sa direction après réflexion n'est connue qu'une fois B_1 placé grâce au rayon passant par F.

MÉTHODE
Deux rayons utiles pour un miroir sphérique : celui qui passe par F repart parallèle à l'axe ; celui qui passe par C revient sur lui-même. Ici C est hors de la feuille : seul le premier est traçable.



1.1.4 · Annexe 5 complétée : image A₁B₁ d'une étoile

1.2.1 On veut une image finale à l'infini. Où la deuxième image intermédiaire doit-elle se former par rapport à l'oculaire ?

Une lentille convergente donne une image à l'infini d'un objet situé dans son plan focal objet.

La deuxième image intermédiaire doit se former dans le plan focal objet de l'oculaire (son point sur l'axe est au foyer objet de l'oculaire).

COMPRENDRE
L'œil observe alors sans accommoder, donc sans fatigue. C'est le même réglage que pour la lunette astronomique afocale, où l'image donnée par l'objectif est au foyer objet de l'oculaire.

1.2.2 Vérifier cette affirmation à l'aide de la formule de conjugaison.

Notations : O_2 centre optique de l'oculaire, F_2 et F_2' ses foyers objet et image, A_2 le point objet sur l'axe (deuxième image intermédiaire), A' son image par l'oculaire.

Relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2A_2}} = \frac{1}{\overline{O_2F_2'}}$$

A_2 est en F_2, donc $\overline{O_2A_2} = \overline{O_2F_2} = -\overline{O_2F_2'}$:

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} = \frac{1}{\overline{O_2F_2'}} + \frac{1}{\overline{O_2A_2}} = \frac{1}{\overline{O_2F_2'}} - \frac{1}{\overline{O_2F_2'}} = 0$$

$\frac{1}{\overline{O_2A'}} = 0$: $\overline{O_2A'}$ est infini, l'image finale est bien rejetée à l'infini.

PIÈGE
Oublier le signe : l'objet est avant la lentille, $\overline{O_2A_2}$ est négatif. Avec $\overline{O_2A_2} = +\overline{O_2F_2'}$ on trouverait $\overline{O_2A'} = \overline{O_2F_2'}/2$, ce qui est faux.

1.3.1 Définir le cercle oculaire.

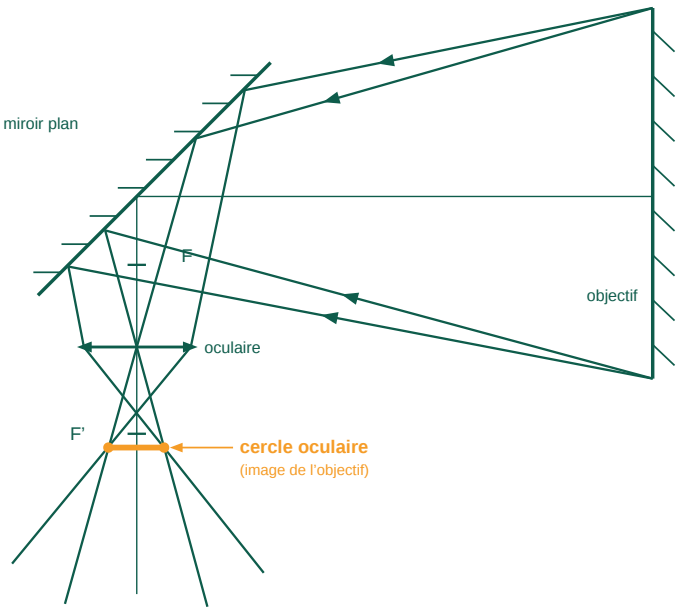
Le cercle oculaire est l'image de l'objectif (ici le miroir sphérique) donnée par l'oculaire, après réflexion sur le miroir plan dans ce télescope.

1.3.2 Positionner le cercle oculaire sur l'annexe 6.

Les deux rayons issus du bord supérieur de l'objectif se coupent, après l'oculaire, en un point : c'est l'image de ce bord. De même pour les deux rayons issus du bord inférieur.

Le cercle oculaire est le segment qui joint ces deux points d'intersection : il est perpendiculaire à l'axe de l'oculaire, juste après le foyer image F' (voir annexe 6).

MÉTHODE
L'image d'un point est là où se recoupent les rayons qui en sont issus. Deux rayons par bord de l'objectif suffisent : pas besoin de formule de conjugaison.



1.3.2 · Annexe 6 complétée : position du cercle oculaire

1.3.3 Indiquer l'intérêt pratique du cercle oculaire.

Toute la lumière captée par l'objectif et sortant de l'oculaire traverse le cercle oculaire : c'est là que le faisceau émergent est le plus étroit.

En plaçant la pupille de l'œil au niveau du cercle oculaire, l'observateur reçoit le maximum de lumière : l'image observée est la plus lumineuse possible.

2.1 Lequel des deux oculaires fournis faut-il choisir pour avoir le plus grand grossissement ? Justifier.

Données utiles $f'_1 = 1000$ mm ; oculaire MA 25 : $f'_2 = 25$ mm ; oculaire MA 9 : $f'_3 = 9$ mm

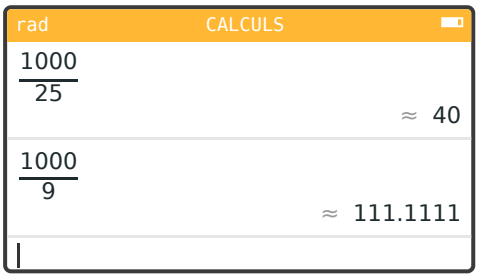
$G = \dfrac{f'_1}{f'_{\text{oculaire}}}$: la distance focale de l'objectif étant fixée, G est d'autant plus grand que la distance focale de l'oculaire est petite.

$$G_{25} = \frac{1000}{25} = 40 \qquad G_9 = \frac{1000}{9} \approx 111$$

Il faut choisir l'oculaire MA 9 ($f'_3 = 9$ mm), qui grossit 111 fois contre 40 fois pour le MA 25.

COMPRENDRE
On retrouve les valeurs « 40 fois » et « 111 fois » de la notice. La formule est la même que pour la lunette astronomique afocale : seul l'objectif change (un miroir au lieu d'une lentille).

À LA CALCULATRICE



2.2 Calculer la distance focale de l'oculaire nécessaire pour obtenir le grossissement maximum utile de 228 fois.

Données utiles $f'_1 = 1000$ mm ; $G_{\max} = 228$

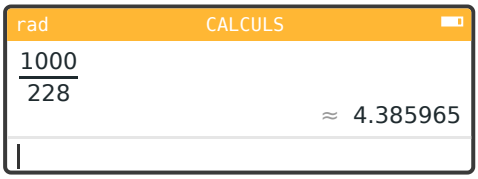
$G_{\max} = \dfrac{f'_1}{f'_{\text{oc}}}$, donc $f'_{\text{oc}} = \dfrac{f'_1}{G_{\max}}$

$$f'_{\text{oc}} = \frac{1000}{228} = 4{,}39 \text{ mm}$$

$f'_{\text{oc}} = 4{,}39$ mm

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme pour 228. Le rapport de deux longueurs dans la même unité n'a pas d'unité : en gardant f'_1 en millimètres, le résultat sort en millimètres.

À LA CALCULATRICE



2.3.1 Rappeler la définition du diamètre apparent θ.

Le diamètre apparent θ d'un objet est l'angle sous lequel cet objet est vu à l'œil nu, c'est-à-dire l'angle entre les rayons issus de ses deux extrémités qui arrivent dans l'œil.

2.3.2 Calculer le diamètre apparent θ (en radian) du plus petit détail visible sur la Lune.

Données utiles taille du détail $L = 2{,}1$ km ; distance Terre-Lune $d_{TL} = 3{,}8 \times 10^5$ km

Le détail, de taille L, est vu à la distance d_{TL} : $\tan\theta = \dfrac{L}{d_{TL}}$.

L'angle est très petit : $\tan\theta \approx \theta$ (en radian), donc $\theta = \dfrac{L}{d_{TL}}$.

$$\theta = \frac{2{,}1}{3{,}8 \times 10^5} = 5{,}5 \times 10^{-6} \text{ rad}$$

$\theta = 5{,}5 \times 10^{-6}$ rad

PIÈGE
L'approximation $\tan\theta \approx \theta$ n'est valable que si θ est en radian. Les deux longueurs doivent être dans la même unité (ici le kilomètre), sans conversion nécessaire.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme les deux données.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{2.1}{3.8 \times 10^5} \approx 5.526316 \times 10^{-6}$$

2.3.3 Calculer le diamètre apparent θ' de l'objet à travers le télescope avec l'oculaire de distance focale $f'_3 = 9$ mm.

Données utiles $f'_1 = 1000$ mm ; $f'_3 = 9$ mm ; $\theta = 5{,}5 \times 10^{-6}$ rad (2.3.2)

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{f'_1}{f'_3}, \text{ donc } \theta' = \frac{f'_1}{f'_3} \times \theta = \frac{f'_1}{f'_3} \times \frac{L}{d_{TL}}$$

$$\theta' = \frac{1000}{9} \times \frac{2{,}1}{3{,}8 \times 10^5} = 6{,}1 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

$$\boxed{\theta' = 6{,}1 \times 10^{-4} \text{ rad}}$$

COMPRENDRE

À l'œil nu, deux points se distinguent s'ils sont séparés d'environ 3×10^{-4} rad. Sans instrument, ce détail de 2,1 km est invisible ; à travers le télescope, θ' dépasse ce seuil.

MÉTHODE

Reprendre la valeur non arrondie de θ (ou l'expression littérale) pour calculer θ' : on évite de cumuler les arrondis.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{\frac{1000}{9} \times 2.1}{3.8 \times 10^5} \approx 6.140351 \times 10^{-4}$$

La découverte de la radioactivité artificielle

Bac S 2007 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 3 **5,5 points** **Durée conseillée 1 h 05**

1.1 Définir un noyau radioactif.

Un noyau radioactif est un noyau **instable** : il se désintègre **spontanément** en un autre noyau, en émettant une particule (et souvent un rayonnement γ).

COMPRENDRE
La désintégration est aléatoire pour un noyau donné : on ne peut pas prévoir sa date. Seul le comportement d'un grand nombre de noyaux suit une loi (partie 3).

1.2 Qu'est-ce qu'une particule alpha ?

Une particule alpha est un **noyau d'hélium 4**, noté $^{4}_{2}\mathrm{He}$: 2 protons et 2 neutrons.

PIÈGE
Écrire « un atome d'hélium ». La particule α n'a pas d'électrons : c'est le noyau seul, de charge $+2e$.

1.3 Dans la notation $^{A}_{Z}\mathrm{X}$, préciser ce que représentent A et Z.

A est le **nombre de nucléons** (ou nombre de masse) : protons et neutrons du noyau.

Z est le **nombre de protons** du noyau (numéro atomique, ou nombre de charge).

A : nombre de nucléons ; Z : nombre de protons ; le noyau contient $A - Z$ neutrons.

1.4 Écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondant à l'émission alpha du polonium 210.

Données utiles $^{210}_{84}\mathrm{Po}$; tableau : $^{208}_{80}\mathrm{Hg}$, $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$, $^{214}_{86}\mathrm{Rn}$, $^{212}_{88}\mathrm{Ra}$

Le polonium émet un noyau d'hélium : $^{210}_{84}\mathrm{Po} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{A}_{Z}\mathrm{X}$.

Conservation du nombre de nucléons : $210 = 4 + A$, donc $A = 206$.

Conservation du nombre de charge : $84 = 2 + Z$, donc $Z = 82$: c'est le plomb 206 du tableau.

$$^{210}_{84}\mathrm{Po} \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{206}_{82}\mathrm{Pb}$$

MÉTHODE
Désintégration α : le noyau fils a 4 nucléons et 2 protons de moins que le noyau père. On cherche ensuite l'élément de numéro atomique $Z - 2$.

2.1 Donner la notation $^{A}_{Z}\mathrm{X}$ du noyau de phosphore évoqué dans le texte.

Données utiles texte : 15 protons et 15 neutrons

$Z = 15$ et $A = 15 + 15 = 30$.

$$^{30}_{15}\mathrm{P}$$

PIÈGE
Placer en haut le nombre de neutrons. Le nombre du haut est A, somme des protons et des neutrons.

2.2 Recopier et compléter l'équation de la transmutation de l'aluminium en un isotope instable du phosphore.

Données utiles texte : aluminium à 13 protons et 14 neutrons ; $^{30}_{15}\mathrm{P}$ (2.1)

Aluminium : $Z = 13$ et $A = 13 + 14 = 27$. La particule alpha est $^{4}_{2}\mathrm{He}$.

Vérification des lois de Soddy : $27 + 4 = 1 + 30$ (nucléons) et $13 + 2 = 0 + 15$ (charges).

$$^{27}_{13}\mathrm{Al} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \longrightarrow {}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{30}_{15}\mathrm{P}$$

COMPRENDRE
Cette réaction n'est pas spontanée : elle est provoquée par le choc de la particule α sur le noyau d'aluminium. Seule la désintégration du phosphore 30 qui suit est spontanée.

2.3.1 Quand dit-on que deux noyaux sont isotopes ?

Deux noyaux sont isotopes s'ils ont le **même nombre de protons** Z mais des **nombres de neutrons différents** (donc des A différents).

2.3.2 Trouver dans le tableau un autre isotope du phosphore que celui du texte.

Données utiles tableau : ${}^{15}_{5}\mathrm{B}$, ${}^{31}_{15}\mathrm{P}$, ${}^{30}_{16}\mathrm{S}$, ${}^{75}_{30}\mathrm{Zn}$

Il faut un noyau tel que $Z = 15$ et $A \neq 30$.

Le phosphore 31, ${}^{31}_{15}\mathrm{P}$: 15 protons comme ${}^{30}_{15}\mathrm{P}$, mais 16 neutrons au lieu de 15.

PIÈGE
Choisir ${}^{30}_{16}\mathrm{S}$ parce que $A = 30$. Même nombre de nucléons ne veut pas dire isotope : avec $Z = 16$, c'est un autre élément, le soufre.

2.4.1 Écrire l'équation de la désintégration du phosphore radioactif en silicium stable avec émission d'un positon.

Données utiles silicium Si : 14 protons, 16 neutrons ; ${}^{30}_{15}\mathrm{P}$ (2.1)

Silicium : $Z = 14$ et $A = 14 + 16 = 30$, soit ${}^{30}_{14}\mathrm{Si}$. Le positon se note ${}^{0}_{1}\mathrm{e}$.

Vérification : $30 = 30 + 0$ et $15 = 14 + 1$.

$${}^{30}_{15}\mathrm{P} \longrightarrow {}^{30}_{14}\mathrm{Si} + {}^{0}_{1}\mathrm{e}$$

COMPRENDRE
Le positon est l'antiparticule de l'électron : même masse, charge opposée $+e$. D'où son nombre de charge $+1$ et son nombre de nucléons nul.

2.4.2 De quel type de radioactivité s'agit-il ?

Le noyau émet un positon.

C'est une radioactivité β^+.

MÉTHODE
Particule émise : noyau d'hélium, radioactivité α ; électron ${}^{0}_{-1}\mathrm{e}$, radioactivité β^- ; positon ${}^{0}_{1}\mathrm{e}$, radioactivité β^+.

2.4.3 Écrire l'équation de la transformation d'un proton du noyau en un neutron et un positon.

Vérification : $1 = 1 + 0$ (nucléons) et $1 = 0 + 1$ (charges).

$${}^{1}_{1}\mathrm{p} \longrightarrow {}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{0}_{1}\mathrm{e}$$

COMPRENDRE
C'est pourquoi, en 2.4.1, le noyau perd un proton et gagne un neutron : Z diminue de 1 et A ne change pas.

3.1 Donner l'expression de la loi de décroissance radioactive en notant λ la constante radioactive.

$$N(t) = N_0\,\mathrm{e}^{-\lambda t}$$

PIÈGE
Oublier le signe « $-$ » dans l'exposant : N augmenterait avec le temps. λ est en s^{-1} si t est en secondes.

3.2 Déterminer graphiquement le temps de demi-vie $t_{1/2}$ de chacun des deux échantillons représentés en annexe.

Données utiles annexe : $N_0 = 1{,}0 \times 10^7$ pour les deux échantillons

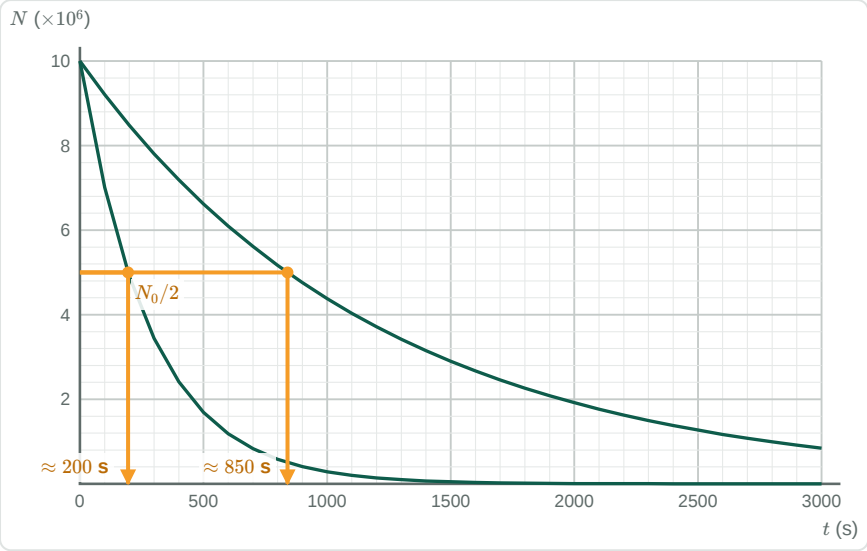
Au bout d'une demi-vie, la moitié des noyaux initiaux s'est désintégrée : $N(t_{1/2}) = \dfrac{N_0}{2} = \dfrac{1{,}0 \times 10^7}{2} = 5{,}0 \times 10^6$.

On trace la droite horizontale $N = 5{,}0 \times 10^6$; l'abscisse de son intersection avec chaque courbe est la demi-vie.

Échantillon n°1 : $t_{1/2} \approx 8{,}5 \times 10^2$ s ; échantillon n°2 : $t_{1/2} \approx 2{,}0 \times 10^2$ s.

PIÈGE
Rendre l'annexe sans les traits de construction : la valeur seule ne justifie pas une détermination « graphique ».

COMPRENDRE
Une graduation vaut 100 s : la lecture se fait à quelques dizaines de secondes près. Deux chiffres significatifs suffisent, et toute valeur voisine est acceptée si le tracé figure sur l'annexe.



3.2 · Annexe complétée : lecture des deux demi-vies sur la droite $N = N_0/2$

3.3 À l'aide du texte, identifier les échantillons numérotés 1 et 2.

Données utiles texte : aluminium irradié, 3 min 15 s ; bore irradié, 14 min ; demi-vies lues en 3.2

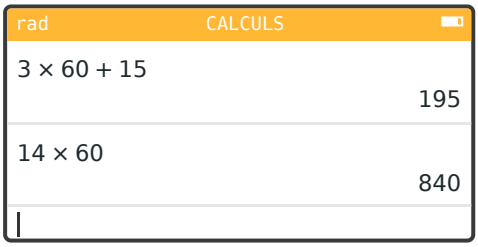
Aluminium irradié : $t_{1/2} = 3 \times 60 + 15 = 195$ s, valeur proche de $2{,}0 \times 10^2$ s (échantillon n°2).

Bore irradié : $t_{1/2} = 14 \times 60 = 840$ s, valeur proche de $8{,}5 \times 10^2$ s (échantillon n°1).

L'échantillon n°1 est le bore irradié ; l'échantillon n°2 est l'aluminium irradié.

COMPRENDRE
Plus la demi-vie est courte, plus la courbe chute vite : la courbe n°2, la plus raide, correspond bien à la plus petite demi-vie.

À LA CALCULATRICE



4.1 Énoncer la relation d'équivalence masse-énergie.

Toute particule de masse m, au repos, possède une énergie de masse E égale au produit de sa masse par le carré de la célérité de la lumière dans le vide.

$E = m\,c^2$, avec E en J, m en kg et c en $\mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

4.2 Vérifier que la variation de masse au cours de la réaction est $\Delta m = -1{,}147000 \times 10^{-3}$ u.

Données utiles $m(^{10}_{5}\mathrm{B}) = 10{,}010194$ u ; $m(^{4}_{2}\mathrm{He}) = 4{,}001506$ u ; $m(^{13}_{7}\mathrm{N}) = 13{,}001898$ u ; $m(^{1}_{0}\mathrm{n}) = 1{,}008655$ u

Variation de masse : masse des produits moins masse des réactifs.

$$\Delta m = m(^{13}_{7}\mathrm{N}) + m(^{1}_{0}\mathrm{n}) - m(^{10}_{5}\mathrm{B}) - m(^{4}_{2}\mathrm{He})$$

$$\Delta m = 13{,}001898 + 1{,}008655 - 10{,}010194 - 4{,}001506 = -0{,}001147 \text{ u}$$

$\Delta m = -1{,}147 \times 10^{-3}$ u : c'est bien la valeur attendue, $-1{,}147000 \times 10^{-3}$ u.

PIÈGE
Calculer « réactifs moins produits » : on obtient $+1{,}147 \times 10^{-3}$ u, de signe contraire. Une variation est toujours « final moins initial ».

COMPRENDRE
Les masses sont données au millionième d'unité : la différence est connue à 10^{-6} u près, d'où l'écriture $-1{,}147000 \times 10^{-3}$ u de l'énoncé.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

13.001898 + 1.008655 − 10.010194 − 4.001506
≈ −0.001147

4.3.1 Exprimer la variation d'énergie de masse ΔE au cours de cette réaction nucléaire.

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = \left[m(^{13}_{7}\mathrm{N}) + m(^{1}_{0}\mathrm{n}) - m(^{10}_{5}\mathrm{B}) - m(^{4}_{2}\mathrm{He})\right] c^2$$

4.3.2 Calculer la valeur de ΔE successivement en J puis en MeV.

Données utiles $\Delta m = -1{,}147000 \times 10^{-3}$ u (4.2) ; $1\ \mathrm{u} = 1{,}66054 \times 10^{-27}$ kg ; $c = 3{,}00 \times 10^{8}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$; $1\ \mathrm{eV} = 1{,}60218 \times 10^{-19}$ J

Conversion de la masse en kilogrammes : $\Delta m = -1{,}147000 \times 10^{-3} \times 1{,}66054 \times 10^{-27} = -1{,}90464 \times 10^{-30}$ kg.

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = -1{,}90464 \times 10^{-30} \times (3{,}00 \times 10^{8})^2 = -1{,}71 \times 10^{-13}\ \mathrm{J}$$

En électronvolts : $\Delta E = \dfrac{-1{,}7142 \times 10^{-13}}{1{,}60218 \times 10^{-19}} = -1{,}07 \times 10^{6}\ \mathrm{eV}$.

$$\Delta E = -1{,}71 \times 10^{-13}\ \mathrm{J} = -1{,}07\ \mathrm{MeV}$$

PIÈGE
Laisser Δm en unité de masse atomique dans $\Delta m \cdot c^2$: le résultat n'est en joules que si la masse est en kilogrammes.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme c, la donnée la moins précise. On garde la valeur non arrondie en joules pour la conversion en MeV ($1\ \mathrm{MeV} = 10^{6}\ \mathrm{eV}$).

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$(-1.147 \times 10^{-3}) \times 1.66054 \times 10^{-27}$
≈ $-1.904639 \times 10^{-30}$

$(-1.147 \times 10^{-3}) \times 1.66054 \times 10^{-27} \times (3.00 \times 10^{8})^{2}$
≈ $-1.714175 \times 10^{-13}$

$\dfrac{(-1.147 \times 10^{-3}) \times 1.66054 \times 10^{-27} \times (3.00 \times 10^{8})^{2}}{1.60218 \times 10^{-19}}$
≈ -1069902

4.3.3 De l'énergie est-elle libérée au cours de la réaction ? Justifier la réponse.

Données utiles $\Delta E = -1{,}07$ MeV (4.3.2)

$\Delta E < 0$: l'énergie de masse du système diminue au cours de la réaction. Cette énergie perdue par le système est cédée au milieu extérieur.

Oui : la réaction libère une énergie $|\Delta E| = 1{,}07$ MeV.

COMPRENDRE
La masse perdue ne disparaît pas sans contrepartie : elle se retrouve sous forme d'énergie cinétique du neutron et du noyau d'azote formés.

Jeu de boulet

Bac S 2007 Antilles-Guyane (ancien programme) · Exercice 4 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

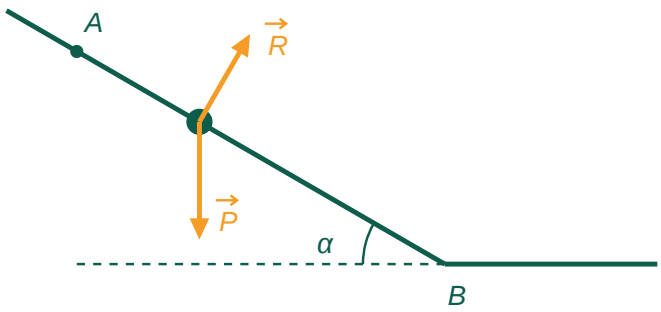
1.1 Faire l'inventaire des forces extérieures agissant sur le boulet lâché en A et les représenter sur un schéma, sans souci d'échelle.

Système {boulet}, référentiel terrestre supposé galiléen. Sans frottement, deux forces s'exercent sur le boulet :

- son poids $\vec{P}$: vertical, vers le bas, de valeur $P = m\,g$;
- la réaction $\vec{R}$ du plan incliné : perpendiculaire au plan, dirigée vers le haut.

Deux forces : le poids $\vec{P}$ (vertical, vers le bas) et la réaction $\vec{R}$ (perpendiculaire au plan incliné).

PIÈGE
Dessiner $\vec{R}$ verticale. Sans frottement, la réaction du support est perpendiculaire au plan incliné, donc penchée de α par rapport à la verticale.



1.1 · Forces exercées sur le boulet entre A et B

1.2.1 Donner l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur au point A et vérifier qu'elle vaut $2{,}5 \times 10^{-2}$ J.

Données utiles $m = 10\ \text{g} = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \text{kg}$; $g = 9{,}8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$; $D = 0{,}50\ \text{m}$; $\alpha = 30^\circ$

L'origine des altitudes est au niveau de C, donc de B : $z_A = h_A$ et $E_{PP}(A) = m\,g\,h_A$.

Dans le triangle rectangle d'hypoténuse $AB = D$: $h_A = D \sin\alpha$, d'où

$$E_{PP}(A) = m\,g\,D\sin\alpha = 1{,}0 \times 10^{-2} \times 9{,}8 \times 0{,}50 \times \sin 30^\circ$$

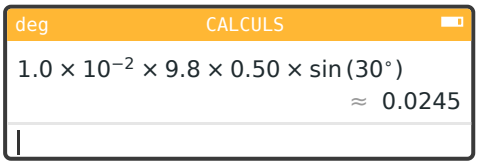
$$E_{PP}(A) = 2{,}5 \times 10^{-2}\ \text{J}$$

$E_{PP}(A) = m\,g\,D\sin\alpha = 2{,}5 \times 10^{-2}$ J : c'est la valeur attendue.

PIÈGE
Laisser la masse en grammes : le résultat serait mille fois trop grand. Une énergie en joules exige une masse en kilogrammes.

COMPRENDRE
Les données ont deux chiffres significatifs : $0{,}0245$ J s'écrit $2{,}5 \times 10^{-2}$ J. Tous les résultats de l'exercice sont donnés avec deux chiffres.

À LA CALCULATRICE



1.2.2 En déduire l'expression puis la valeur de l'énergie mécanique du système au point A.

Données utiles $E_{PP}(A) = 2{,}5 \times 10^{-2}$ J (1.2.1)

$E_m(A) = E_C(A) + E_{PP}(A) = \dfrac{1}{2} m v_A^2 + m g D \sin\alpha$

Le boulet est lâché sans vitesse initiale : $v_A = 0$, donc $E_C(A) = 0$.

$\boxed{E_m(A) = m g D \sin\alpha = 2{,}5 \times 10^{-2} \text{ J}}$

1.2.3 En déduire la valeur de l'énergie mécanique du système au point B, en justifiant.

Données utiles $E_m(A) = 2{,}5 \times 10^{-2}$ J (1.2.2)

Les frottements sont négligés et la réaction $\vec{R}$, perpendiculaire au déplacement, ne travaille pas. Seul le poids, force conservative, travaille : l'énergie mécanique du boulet se conserve entre A et B.

$\boxed{E_m(B) = E_m(A) = 2{,}5 \times 10^{-2} \text{ J}}$

COMPRENDRE
Entre A et B, l'énergie potentielle se transforme intégralement en énergie cinétique : en B, à l'altitude de référence, toute l'énergie mécanique est cinétique.

1.3 Montrer que la vitesse au point B a pour expression $v_B = \sqrt{2 g D \sin\alpha}$.

En B, $z_B = 0$ donc $E_{PP}(B) = 0$ et $E_m(B) = \dfrac{1}{2} m v_B^2$.

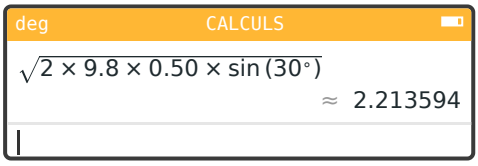
Conservation de l'énergie mécanique : $E_m(B) = E_m(A)$, soit

$$\frac{1}{2} m v_B^2 = m g D \sin\alpha \quad \Longrightarrow \quad v_B^2 = 2 g D \sin\alpha$$

$\boxed{v_B = \sqrt{2 g D \sin\alpha}}$ (soit $2{,}2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, valeur donnée par le sujet)

COMPRENDRE
La masse se simplifie : la vitesse en bas de la pente ne dépend pas de la masse du boulet, seulement du dénivelé $D \sin\alpha$.

À LA CALCULATRICE



2.1.1 Énoncer la deuxième loi de Newton.

Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un système de masse m constante est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération de son centre d'inertie.

$\boxed{\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a}}$

PIÈGE
Oublier « dans un référentiel galiléen » ou écrire la relation sans vecteurs : l'énoncé est alors incomplet.

2.1.2 Appliquer cette loi au boulet une fois qu'il a quitté le point C.

Après C, le boulet n'est plus en contact avec le support et l'action de l'air est négligée : il n'est soumis qu'à son poids $\vec{P} = m \vec{g}$ (chute libre).

Deuxième loi de Newton : $m \vec{g} = m \vec{a}$.

$\boxed{\vec{a} = \vec{g}}$

2.1.3 Déterminer l'expression des composantes du vecteur accélération dans le repère Cxz.

L'axe Cx est horizontal et l'axe Cz vertical vers le haut ; $\vec{g}$ est vertical vers le bas. En projetant $\vec{a} = \vec{g}$:

$a_x = 0$ et $a_z = -g$

PIÈGE
Écrire $a_z = +g$: l'axe Cz est orienté vers le haut alors que $\vec{g}$ pointe vers le bas.

2.2.1 Déterminer l'expression des composantes du vecteur vitesse dans le repère Cxz.

Données utiles en C ($t = 0$) : vitesse horizontale de valeur $v_C = v_B$

$\vec{a} = \dfrac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}$: on cherche les primitives de $a_x = 0$ et $a_z = -g$:

$$v_x(t) = k_1 \qquad v_z(t) = -g\,t + k_2$$

À $t = 0$, la vitesse est horizontale : $v_x(0) = v_C$ et $v_z(0) = 0$, donc $k_1 = v_C$ et $k_2 = 0$.

$v_x(t) = v_C = \sqrt{2\,g\,D\sin\alpha}$ et $v_z(t) = -g\,t$

MÉTHODE
Accélération → vitesse → position : à chaque étape, écrire la primitive avec sa constante, puis fixer la constante avec la condition initiale à $t = 0$.

2.2.2 À partir des composantes du vecteur position, établir l'équation de la trajectoire z en fonction de x.

Données utiles $x(t) = \sqrt{2\,g\,D\sin\alpha}\;t$; $z(t) = -\dfrac{1}{2}\,g\,t^2$

On élimine le temps : $t = \dfrac{x}{\sqrt{2\,g\,D\sin\alpha}}$, que l'on reporte dans z :

$$z = -\frac{1}{2}\,g \times \frac{x^2}{2\,g\,D\sin\alpha}$$

$z(x) = -\dfrac{x^2}{4\,D\sin\alpha}$

COMPRENDRE
La trajectoire est un arc de parabole de sommet C. L'intensité g se simplifie : la forme de la trajectoire ne dépend que de D et de α.

2.3.1 Calculer le temps nécessaire pour que le boulet atteigne le sol.

Données utiles $h_C = 0{,}40\ \mathrm{m}$; $g = 9{,}8\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$

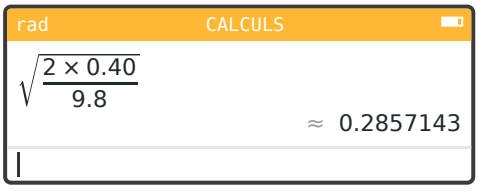
Le sol est à la cote $z = -h_C$. À l'instant t_f où le boulet le touche :

$$-\frac{1}{2}\,g\,t_f^2 = -h_C \quad\Longrightarrow\quad t_f = \sqrt{\frac{2\,h_C}{g}} = \sqrt{\frac{2\times 0{,}40}{9{,}8}}$$

$t_f = 0{,}29\ \mathrm{s}$

PIÈGE
Écrire $z = +h_C$ au sol : on obtient t^2 négatif. L'origine est en C et le sol est en dessous, à $z = -h_C$.

À LA CALCULATRICE



2.3.2 En déduire l'abscisse X_f du boulet quand il touche le sol. La cible est-elle atteinte ?

Données utiles $t_f = 0{,}29$ s (2.3.1) ; $D = 0{,}50$ m ; $\alpha = 30^\circ$; cible entre $X_1 = 0{,}55$ m et $X_2 = 0{,}60$ m

$$X_f = x(t_f) = \sqrt{2\,g\,D\sin\alpha} \times \sqrt{\frac{2\,h_C}{g}} = 2\sqrt{D\,h_C\sin\alpha}$$

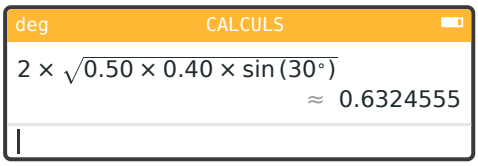
$$X_f = 2\sqrt{0{,}50 \times 0{,}40 \times \sin 30^\circ} = 0{,}63 \text{ m}$$

$X_f > X_2$: le boulet tombe au-delà de la cible.

$X_f = 0{,}63$ m : la cible n'est pas atteinte, le boulet tombe 3 cm trop loin.

PIÈGE
Multiplier les valeurs arrondies $2{,}2 \times 0{,}29$ donne $0{,}64$ m. Garder les valeurs non arrondies dans la calculatrice, ou passer par l'expression littérale.

À LA CALCULATRICE



2.4 Quelle distance D faudrait-il choisir pour atteindre la cible à l'abscisse $X_f = 0{,}57$ m, la durée de chute étant la même ?

Données utiles $X_f = 0{,}57$ m ; $h_C = 0{,}40$ m ; $\alpha = 30^\circ$

La durée de chute est inchangée, donc la relation $X_f = 2\sqrt{D\,h_C\sin\alpha}$ (2.3.2) reste valable. On isole D :

$$X_f^2 = 4\,D\,h_C\sin\alpha \quad\Longrightarrow\quad D = \frac{X_f^2}{4\,h_C\sin\alpha} = \frac{0{,}57^2}{4 \times 0{,}40 \times \sin 30^\circ}$$

$D = 0{,}41$ m

COMPRENDRE
Résultat cohérent : pour tomber moins loin, le boulet doit quitter C moins vite, donc partir de moins haut ($0{,}41$ m $< 0{,}50$ m). La durée de chute ne dépend que de h_C.

À LA CALCULATRICE

