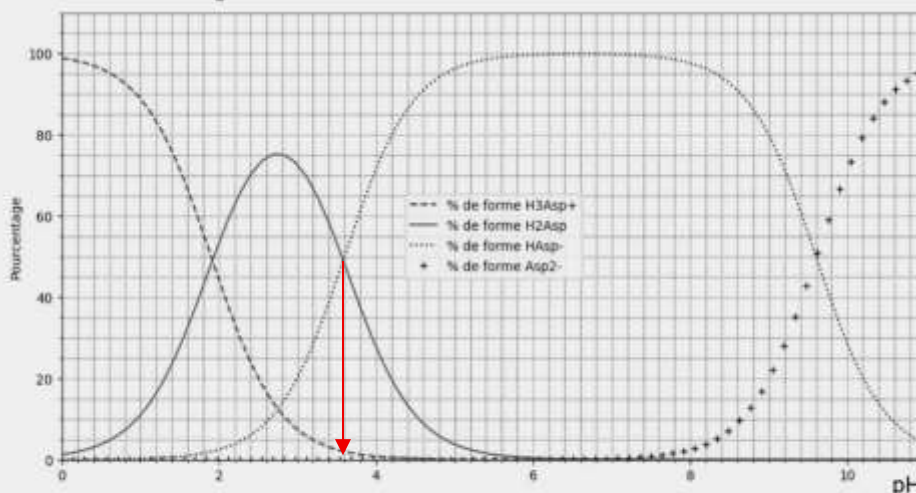


Données :

- L'acide aspartique existe en solution aqueuse sous quatre formes que l'on note : H_3Asp^+ , H_2Asp , HAsp^- et Asp^{2-} .
- Les valeurs des pK_A des couples acide-base de ces quatre formes sont :

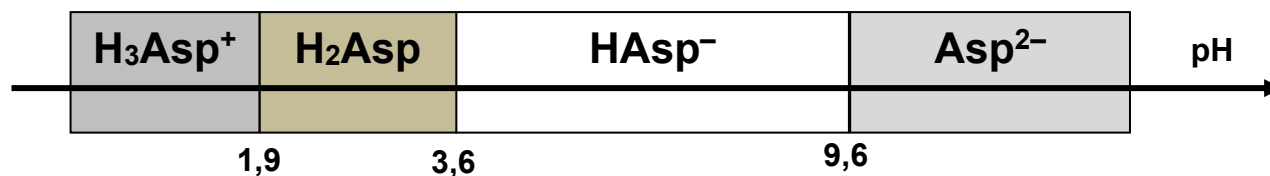
pK_{A_1}	pK_{A_2}	pK_{A_3}
1,9	?	9,6

- Extrait du diagramme de distribution :



Partie A – L'acide aspartique

1. Tracer le diagramme de prédominance de l'acide aspartique et faire apparaître les quatre formes associées.



2. Déterminer, en justifiant, la valeur de pK_{A_2} .

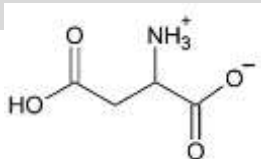
Sur le diagramme de distribution, on cherche l'abscisse du point pour lequel les pourcentages de H_2Asp et HAsp^- sont égaux à 50%. On lit $\text{pH} = \text{pK}_{\text{A}_2} = 3,6$.

3. Justifier que H_2Asp est une espèce amphotère.

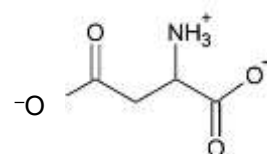
H_2Asp est l'acide du couple $\text{H}_2\text{Asp} / \text{HAsp}^-$ et la base du couple $\text{H}_3\text{Asp}^+ / \text{H}_2\text{Asp}$. Il s'agit donc d'une espèce amphotère.

4. Sachant que le pK_A d'un acide carboxylique est inférieur au pK_A d'une amine, représenter la formule topologique de HAsp^- correspondant à la perte d'un proton sur la molécule H_2Asp .

La formule topologique de H_2Asp est



On enlève un proton sur le groupe carboxyle, on obtient HAsp^- :



Titrage pH-métrique de l'acide aspartique

On souhaite déterminer la masse d'acide aspartique contenue dans un échantillon du commerce dont la masse est de 250 mg.

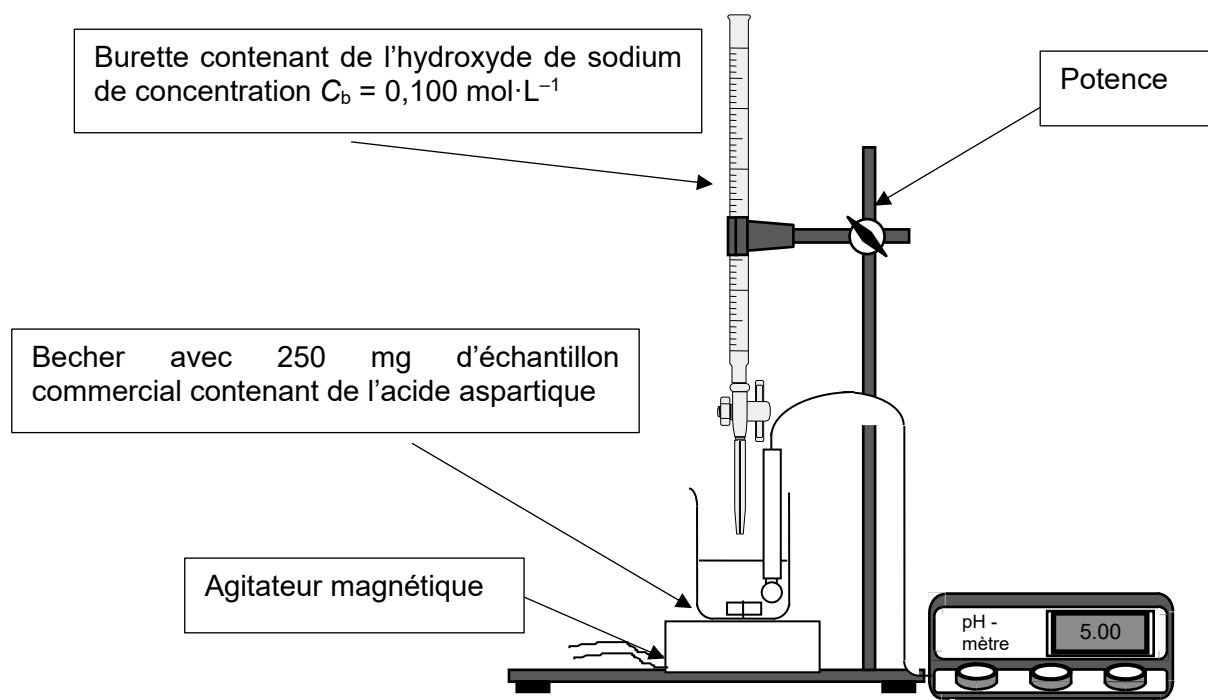
On dissout la totalité de l'échantillon dans 100 mL d'eau distillée sans variation de volume. Le pH de la solution au début de l'expérience vaut 2,8. Le titrage est effectué en introduisant des volumes de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration en quantité de matière $C_b = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On verse un volume maximal de réactif titrant de 17,5 mL.

5. Justifier la forme prédominante de l'acide aspartique dans la solution au début du titrage.

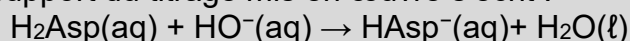
$\text{p}K_{A1} = 1,9 < \text{pH} = 2,8 < \text{p}K_{A2} = 3,6$

Donc l'acide aspartique est sous la forme H_2Asp .

6. Réaliser le schéma légendé du montage mis en œuvre pour réaliser le titrage.



L'équation de la réaction support du titrage mis en œuvre s'écrit :



7. Définir l'équivalence.

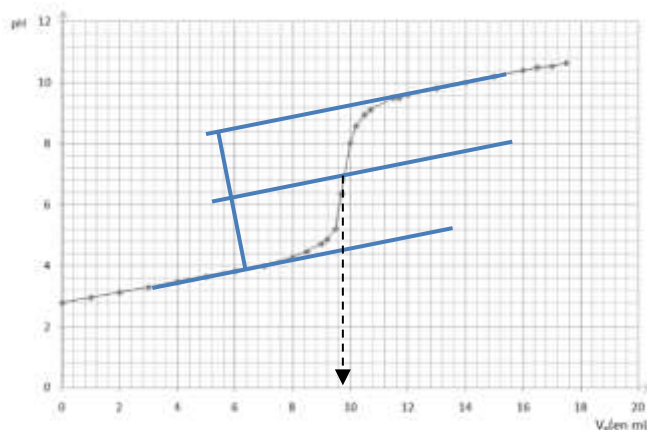
À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques, ils sont totalement consommés.

8. Déterminer graphiquement, à l'aide de la figure 3 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, la valeur du volume équivalent V_E de solution d'hydroxyde de sodium.

On met en œuvre la méthode des tangentes

<https://edurl.fr/tangentes>

On lit $V_E = 9,7 \text{ mL}$.



9. Calculer la valeur de la masse d'acide aspartique contenue dans l'échantillon.

À l'équivalence, $n_{\text{HO}^- \text{ versée}} = n_{\text{H}_2\text{Asp}} \text{ initiale}$

$$C_b \cdot V_E = \frac{m_{\text{H}_2\text{Asp}}}{M(\text{H}_2\text{Asp})}$$

$$m_{\text{H}_2\text{Asp}} = C_b \cdot V_E \cdot M(\text{H}_2\text{Asp})$$

$$m_{\text{H}_2\text{Asp}} = 0,100 \times 9,7 \times 10^{-3} \times 133 = 0,129 \text{ g}$$

Non demandé : ce résultat est inférieur à 250 mg = 0,250 g, sans doute que l'échantillon n'est pas de l'acide aspartique pur.

Partie B – Étude de la phénylalanine méthylée

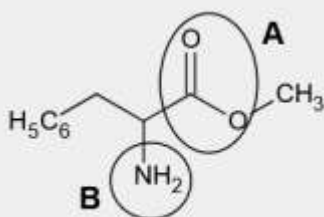


Figure 4 – Formule topologique de la phénylalanine méthylée

10. Nommer les groupes caractéristiques A et B entourés sur la figure 4.

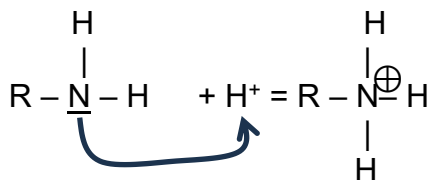
A groupe ester

B groupe amine

Pour la suite de l'exercice, on note la phénylalanine méthylée $\text{R}-\bar{\text{N}}\text{H}_2$.

11. Justifier, à partir de la structure de $\text{R}-\bar{\text{N}}\text{H}_2$, son caractère basique au sens de Brønsted.

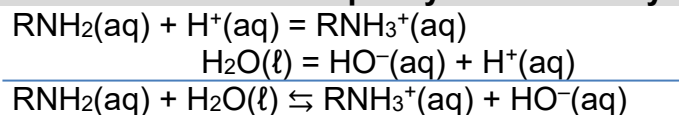
Une base est capable d'accepter un proton, cela est possible grâce à la présence du doublet non-liant sur l'atome d'azote N.



12. En déduire la formule de l'acide conjugué de $\text{R}-\bar{\text{N}}\text{H}_2$.

L'acide conjugué a pour formule $\text{R}-\text{NH}_3^+$.

13. Établir l'équation de la réaction de la phénylalanine méthylée avec l'eau.



Soit un volume $V = 1,00 \text{ L}$ d'une solution S de phénylalanine méthylée de concentration en quantité de matière $c = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Le pH de cette solution est égal à 12,9.

14. Calculer le taux d'avancement final τ et conclure sur la force de la base, la phénylalanine méthylée.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter sa démarche. Toute démarche pertinente, même non aboutie, sera valorisée.

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

$$x_f = n_{\text{HO}^-}$$

$$[\text{HO}^-] = \frac{x_f}{V} \text{ donc } x_f = [\text{HO}^-] \cdot V$$

$$\text{or } K_e = [\text{HO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ donc } [\text{HO}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$\text{et } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ alors } [\text{HO}^-] = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}}}$$

$$\text{finalement } x_f = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}}} \cdot V$$

Par ailleurs, le réactif limitant est RNH_2 donc $n_{\text{RNH}_2} - x_{\max} = 0$

$$c \cdot V - x_{\max} = 0 \text{ ainsi } x_{\max} = c \cdot V$$

$$\tau = \frac{\frac{K_e}{10^{-\text{pH}}} \cdot V}{c \cdot V} = \frac{K_e}{c \cdot 10^{-\text{pH}}}$$

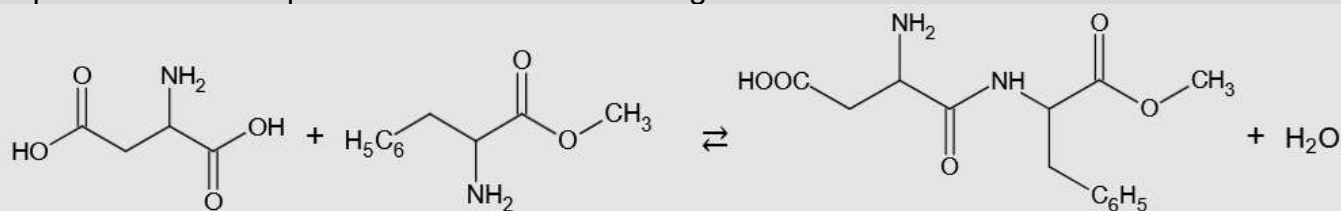
$$\tau = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{1,00 \times 10^{-1} \times 10^{-12,9}} = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{10^{-13,9}} = 10^{-14+13,9} = 10^{-0,1} = 0,79 = 79\%$$

$\tau < 100\%$ la base est une base faible.

TSVP →

Partie C – Stratégie de synthèse

On souhaite créer une liaison entre l'acide aspartique et la phénylalanine méthylée pour obtenir l'aspartame selon l'équation de réaction donnée figure 1 en début d'exercice.



Acide aspartique

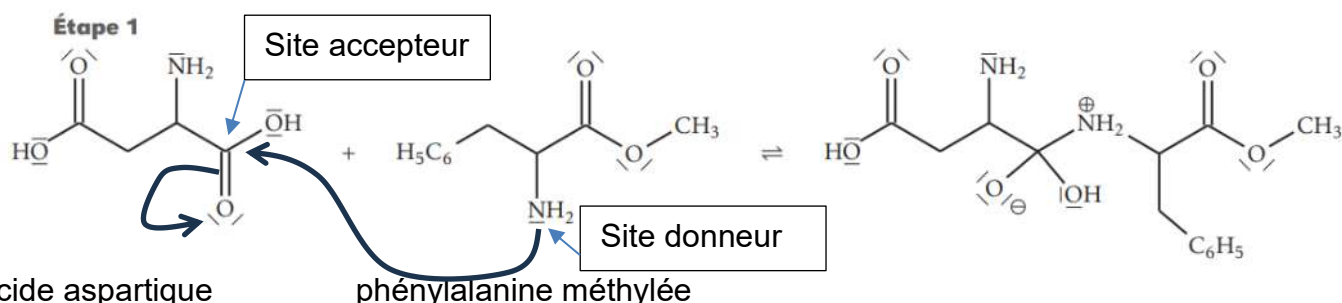
Phénylalanine méthylée

Aspartame

15. Identifier en expliquant, parmi les catégories suivantes, celle à laquelle appartient cette transformation : oxydoréduction, acide-base, addition, élimination, substitution.

Le groupe OH du carboxyle de l'acide aspartique est remplacé par le groupe NH₂ de la phénylalanine méthylée. Il s'agit d'une réaction de substitution.

16. Sur l'étape 1 de la figure 5 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, faire apparaître les sites donneurs et accepteurs de doublet d'électrons des réactifs impliqués lors de la synthèse.



acide aspartique

phénylalanine méthylée

17. Représenter, sur l'étape 1 de la figure 5 de l'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE, les flèches courbes de l'acte élémentaire correspondant à l'obtention de l'intermédiaire réactionnel.

Voir ci-dessus.

18. Identifier, en justifiant, l'intermédiaire réactionnel de cette synthèse.

L'intermédiaire réactionnel est le produit formé lors de l'étape 1, qui est consommé lors de l'étape 2.

19. Justifier que d'autres intermédiaires réactionnels sont susceptibles de se former.

Lors de l'étape 1, le doublet non liant de NH₂ de la phénylalanine méthylée aurait pu attaquer l'atome de carbone de l'autre groupe COOH de l'acide aspartique.

Mais on pouvait aussi imaginer que le doublet non liant de NH₂ de l'acide aspartique attaque l'atome de carbone du group ester de la phénylalanine méthylée.

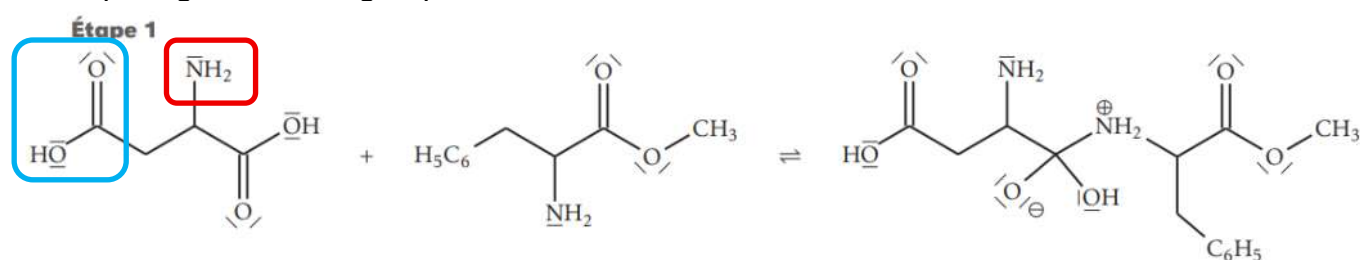
20. Proposer une stratégie à adopter pour s'assurer de la formation de l'aspartame uniquement.

Il faut protéger l'autre groupe carboxyle COOH de l'acide aspartique.

Il faut protéger le groupe amine de l'acide aspartique.

Faire la réaction.

Puis déprotéger les deux groupes COOH et NH₂.



Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org

Partie A – Étude dynamique d'une chandelle

1. En précisant la loi utilisée, exprimer les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}_G$ du ballon à l'instant t : $a_x(t)$ et $a_z(t)$.

Système {ballon} de masse m et de centre de masse G.

Référentiel terrestre supposé galiléen.

Repère d'étude (Oxz).

Dans le cas d'une chute libre, le ballon n'est soumis qu'à son poids $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$.

Deuxième loi de Newton : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} = m \cdot \vec{a}$ soit $m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$ donc $\vec{a} = \vec{g}$.

En projection selon les axes Ox et Oz du repère choisi et compte tenu du sens du vecteur $\vec{g}$ indiqué sur le schéma il vient :

$$\vec{a}(t) \begin{cases} a_x(t) = g_x = 0 \\ a_z(t) = g_z = -g \end{cases}$$

2. Montrer que les équations horaires du mouvement sont :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \cdot t \\ z(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + h \end{cases}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ donc } a_x(t) = \frac{dv_x(t)}{dt} \quad \text{et} \quad a_z(t) = \frac{dv_z(t)}{dt}$$

$$\text{Ainsi en primitivant on obtient } \vec{v} \begin{cases} v_x(t) = Cte_1 \\ v_z(t) = -g \cdot t + Cte_2 \end{cases}$$

On détermine les constantes avec les conditions initiales.

$$\text{Coordonnées du vecteur vitesse initiale } \vec{v}_0 : \vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_{0z} = v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

Compte tenu du vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0 = \vec{v}(t=0)$ on a :

$$v_0 \cdot \cos \alpha = Cte_1$$

$$v_0 \cdot \sin \alpha = 0 + Cte_2$$

$$\text{Finalement : } \vec{v} \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_z(t) = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

$$\text{À chaque instant } \vec{v} = \frac{d\vec{OG}}{dt} \text{ donc } v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} \text{ et } v_z(t) = \frac{dz(t)}{dt}$$

$$\text{En primitivant on obtient } \vec{OG}(t) \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t + Cte_3 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t + Cte_4 \end{cases}$$

Conditions initiales, à $t = 0$ s, le ballon est au point G_0 de coordonnées ($x(0) = 0$; $z(0) = h$) donc :

$$0 + Cte_3 = 0$$

$$0 + 0 + Cte_4 = h$$

$$\text{Finalement, on obtient les équations horaires } \begin{cases} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \cdot t \\ z(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + h \end{cases}$$

3. Vérifier que le vol du ballon, jusqu'à ce qu'il touche le sol, dure 3,97 s.

$$z(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + h$$

Vérifions que pour $t = 3,97$ s alors $z = 0$.

$$z(t = 3,97\text{s}) = -\frac{1}{2} \times 9,81 \times 3,97^2 + 20,5 \times \sin(70) \times 3,97 + 0,90 = 7,0 \times 10^{-2} \text{ m} = 7,0 \text{ cm}$$

On ne trouve pas une altitude nulle, c'est sans doute dû à un manque de précision sur la valeur de t ou de l'angle α .

Par exemple si on fait le calcul avec $t = 3,973$ s, l'altitude est alors égale à 1,1 cm.

Attention : calculatrice en degrés.

Une chandelle est réussie si le joueur de rugby qui a tapé le ballon le récupère. Lors de sa chandelle, le joueur saute et parvient à récupérer son ballon au bout de 3,82 s.

4. Calculer l'altitude du ballon lorsque le joueur le récupère.

$$z(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + h$$

Calculons z pour $t = 3,82$ s.

$$z(t = 3,82\text{s}) = -\frac{1}{2} \times 9,81 \times 3,82^2 + 20,5 \times \sin(70) \times 3,82 + 0,90 = 2,9 \text{ m}$$

Lors de la coupe du monde 2023, le talonneur Julien Marchand a tapé le ballon, puis a sprinté vers le ballon avec une vitesse moyenne de $25,7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

5. Déterminer si Julien Marchand aurait été capable de réussir la chandelle étudiée dans les questions précédentes (chandelle du joueur de rugby précédent avec les mêmes caractéristiques).

Julien Marchand doit posséder la même vitesse horizontale que le ballon.

On a établi précédemment que $v_x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha$.

$$v_x(t) = 20,5 \times \cos(70) = 7,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

20.5*cos(70)	7.011412938E0
Rep*3.6	2.524108658E1

Le ballon semble un peu plus lent que Julien, mais la différence est faible. Là encore, le manque de précision sur l'angle α est peut-être la cause du décalage.

En essayant avec $69,6^\circ$ on trouve la bonne vitesse.

Or $69,6^\circ$ arrondi avec deux chiffres significatifs donne 70° .

20.5*cos(69.6)	7.14572697E0
Rep*3.6	2.572461709E1

Il est probable que Julien réussisse sa chandelle.

Partie B – Étude énergétique d'une chandelle

```
...
7 # Déclaration des constantes
8 m = 0.440 # en kg
9 g = 9.81 # en N/kg
...
25 # Calcul des énergies
26 ... = (vx**2 + vz**2)**(1/2)
27 ... = 0.5 * m * v**2
28 Ep = ..... # Ep = 0 si z = 0
29 Em = .....
```

Figure 2 – Extrait du programme écrit en langage Python

6. Relever dans le code de la figure 2 la valeur de la masse du ballon.

$$m = 0,440 \text{ kg}$$

7. Identifier les grandeurs calculées aux lignes 26 et 27.

La ligne 26 correspond au calcul de la norme du vecteur vitesse $v = \sqrt{v_x^2 + v_z^2}$

La ligne 27 correspond au calcul de l'énergie cinétique $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

8. Recopier et compléter le code des lignes 27, 28 et 29 du programme.

27 $E_c = 0.5 \cdot m \cdot v^2$

28 $E_p = m \cdot g \cdot z$

29 $E_m = E_p + E_c$

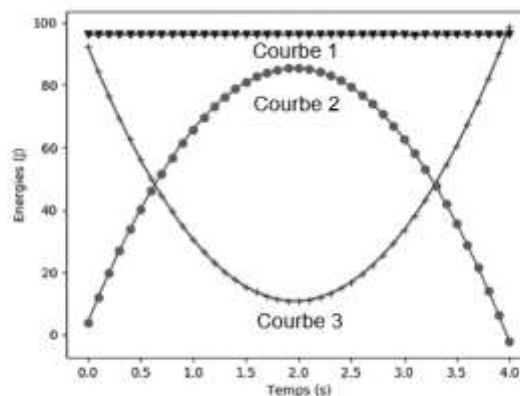


Figure 3 – Évolution temporelle des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique.

9. En justifiant, attribuer la nature de l'énergie correspondant à chaque courbe du graphique de la figure 3.

Les frottements liés à l'action de l'air sont supposés négligeables, donc l'énergie mécanique se conserve et elle correspond à la courbe 1.

Initialement l'altitude du ballon est faible, donc son énergie potentielle de pesanteur également et elle correspond à la courbe 2.

Enfin initialement la balle possède une grande vitesse, donc son énergie cinétique est grande, ce qui correspond à la courbe 3.

10. Indiquer, en expliquant, si l'hypothèse sur les frottements de l'air, proposée au début de l'exercice, a été prise en compte dans la modélisation numérique.

Comme dit précédemment $E_m = Cte$ donc la modélisation n'a pas pris en compte les frottements de l'air.

Le joueur tape le ballon et lui communique une vitesse initiale v_0 dont la valeur est celle de la partie A. Il récupère le ballon à une altitude de 2,90 m.

11. À l'aide d'une étude énergétique, calculer la vitesse du ballon, en $km \cdot h^{-1}$, lorsqu'il est récupéré par le joueur.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti : la démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

On utilise la conservation de l'énergie mécanique.

État initial

$v_0 = 20,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$z_0 = h_0 = 0,90 \text{ m}$

$E_{m0} = E_m \text{ réception}$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 + m \cdot g \cdot h_0 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h$$

On divise tous les termes par m

$$\frac{1}{2} \cdot v_0^2 + g \cdot h_0 = \frac{1}{2} \cdot v^2 + g \cdot h$$

$$\frac{1}{2} \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot v_0^2 + g \cdot h_0 - g \cdot h$$

On multiplie par 2 ,

$$v^2 = v_0^2 + 2g \cdot h_0 - 2g \cdot h$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2g \cdot (h_0 - h)}$$

$$v = \sqrt{20,5^2 + 2 \times 9,81 \times (0,90 - 2,90)} = 19,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 70,3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

état final

$v = ?$

$h = 2,90 \text{ m}$

$$\sqrt{20.5^2 + 2 \times 9.81 \times (0.9 - 2.9)} = 1.951947745E1$$

Rep*3.6

$$7.027011883E1$$

Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org

Partie A – Étude du panneau solaire

1. Décrire l'effet photoélectrique mis en jeu lors du fonctionnement de la cellule photovoltaïque.

Sous l'effet d'un photon suffisamment énergétique, un électron du silicium passe de la bande de valence à la bande de conduction. L'électron peut alors circuler dans la cellule photovoltaïque.

2. Citer une autre application de ce phénomène.

De façon générale, l'effet photoélectrique est utilisé dans la plupart des détecteurs de lumière.

L'effet photoélectrique peut être utilisé dans les détecteurs de mouvement : tant qu'une cellule photoélectrique reçoit de la lumière alors le détecteur reste silencieux ; mais si une personne intercepte le faisceau lumineux alors le détecteur déclenche une alarme.

On pourrait aussi citer le spectrophotomètre utilisé en chimie pour mesurer l'absorbance d'une solution.

3. Calculer la longueur d'onde correspondante λ_{seuil} nécessaire à l'électron pour franchir le gap d'énergie.

Le photon doit posséder une énergie au moins égale au travail d'extraction.

$$E_{\text{seuil}} = \frac{h \cdot c}{\lambda_{\text{seuil}}} = E_{\text{gap}}$$

$$\lambda_{\text{seuil}} = \frac{h \cdot c}{E_{\text{gap}}}$$

$$\lambda_{\text{seuil}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{1,12 \times 1,60 \times 10^{-19}} = 1,11 \times 10^{-6} \text{ m} = 1,11 \times 10^3 \text{ nm (env. 1110 nm)}$$

$$\frac{6.63\text{E-}34 \times 3\text{E}8}{1.12 \times 1.6\text{E-}19}$$

$$1.109933036\text{E-}6$$

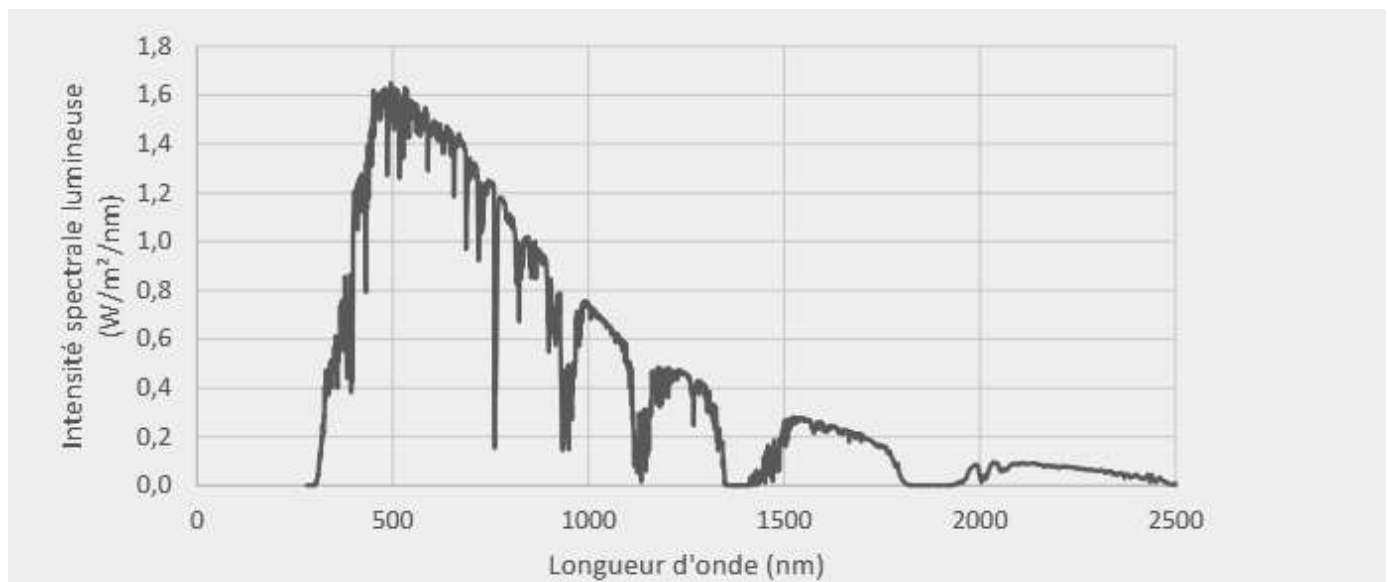


Figure 2 – Spectre d'émission solaire au niveau du sol

Source : <https://www.nrel.gov/grid/solar-resource/spectra-am1.5.html>

4. Indiquer, en vous aidant de la figure 2, si l'utilisation de silicium est adaptée pour une cellule photovoltaïque.

Le spectre solaire montre que le Soleil émet une majorité de rayonnements de longueur d'onde inférieure à λ_{seuil} , ce sont des photons d'énergie assez élevée pour permettre l'extraction d'électrons du silicium et le bon fonctionnement de la cellule photovoltaïque.

Le panneau photovoltaïque, constitué d'une multitude de cellules, a les caractéristiques techniques suivantes :

Tension électrique $U_{\max}$, à la puissance maximale	23,76 V
Intensité du courant électrique $I_{\max}$, à la puissance maximale	0,89 A
Rendement	12 %
Dimensions du panneau (longueur $\times$ largeur $\times$ épaisseur)	795 $\times$ 220 $\times$ 25 (en mm)

Source : fiche technique <https://www.jade-technologie.com/produits/panneaux-solaires-photovoltaïque-verre-tedlar>

5. Donner l'expression littérale du rendement du panneau photovoltaïque.

$$\eta = \frac{P_{\text{électrique, maximale}}}{P_{\text{reçue}}}$$

6. Vérifier que la valeur du rendement du panneau photovoltaïque est bien celle indiquée par le fabricant.

$$\eta = \frac{P_{\text{électrique, maximale}}}{P_{\text{reçue}}} = \frac{U_{\max} \cdot I_{\max}}{P_s \times S}$$

$$\eta = \frac{23,76 \text{ V} \times 0,89 \text{ A}}{1000 \text{ W} \cdot \text{m}^2 \times 0,795 \text{ m} \times 0,220 \text{ m}} = 0,12 = 12\%$$

Partie B – Cinémomètre

7. Nommer et décrire le principe physique sur lequel repose le fonctionnement du radar.

Le fonctionnement du radar repose sur l'effet Doppler.

Lorsqu'un émetteur d'ondes et un récepteur sont en mouvement relatif alors la fréquence émise et la fréquence reçue sont différentes.

Si la distance entre émetteur et récepteur diminue alors la fréquence reçue est supérieure à celle émise (si c'était une onde sonore, elle serait perçue plus aigüe : Niiiiiiiiiiiiiiiiiii)

Et si la distance entre émetteur et récepteur augmente alors la fréquence reçue est inférieure à celle émise (si c'était une onde sonore, elle serait perçue plus grave : OOOOONNNNNnnnnnn).

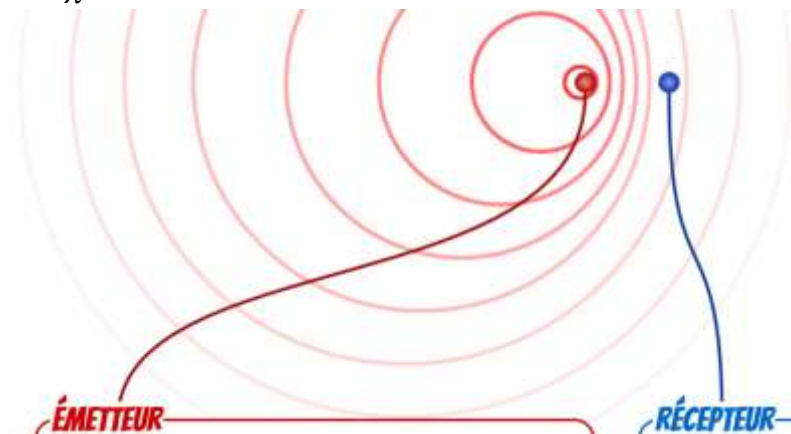
Un véhicule s'approche de l'école. Lors du passage de ce véhicule, la différence de fréquence mesurée entre l'onde émise et l'onde reçue est $|\Delta f| = 2010 \text{ Hz}$.

8. Indiquer, en justifiant, si la fréquence du signal reçu est inférieure, égale ou supérieure à celle du signal émis.

À l'approche la fréquence perçue est supérieure à celle émise.

La longueur d'onde perçue est réduite par rapport à celle émise au repos, et comme $\lambda = \frac{c}{f}$ (ou

$f = \frac{c}{\lambda}$) avec $c = \text{Cte}$ alors f augmente.



<https://physique.ostralo.net/doppler/>

- Valeur de la vitesse limite dans la zone de danger : $v_{lim} = 30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
- L'émetteur émet une onde électromagnétique de fréquence : $f_E = 24,125 \text{ GHz}$.
- Le décalage Δf en fréquence est donné par la relation (avec v la valeur de la vitesse du véhicule détecté) :

$$|\Delta f| = 2 \times f_E \times \frac{v}{c}$$

9. Déterminer si le panneau routier s'éclaire ou non, lors du passage du véhicule.

$$|\Delta f| = 2 \times f_E \times \frac{v}{c} \text{ donc } v = \frac{c \times |\Delta f|}{2 \times f_E}$$

$$v = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \times 2010 \text{ Hz}}{2 \times 24,125 \times 10^9 \text{ Hz}} = 12,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = 45,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

La vitesse seuil d'allumage du panneau est de $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, comme elle est dépassée alors le panneau s'allume.

3E8*2010	
2*24.125E9	
Rep*3.6	1.249740933E1
	4.499067358E1

Le panneau de signalisation est équipé d'une batterie pour stocker l'énergie fournie par le panneau photovoltaïque. La batterie utilisée a une capacité de 4000 mAh.

On suppose que l'intensité moyenne nécessaire pour que les LED du panneau routier s'allument et clignotent est $I_{moyenne} = 0,79 \text{ A}$.

10. Déterminer la durée maximale de clignotement du panneau routier possible pendant la nuit. Commenter.

$$Q = I \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{Q}{I}$$

$$\Delta t = \frac{4000 \text{ mAh}}{0,79 \text{ A}} = \frac{4,000 \text{ Ah}}{0,79 \text{ A}} = 5,1 \text{ h}$$

4	
0.79	
	5.063291139E0

Cette durée est largement suffisante puisque le panneau ne clignote qu'en cas d'excès de vitesse et on peut supposer que la nuit à proximité d'une école il y aura peu d'excès de vitesse.

Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org