

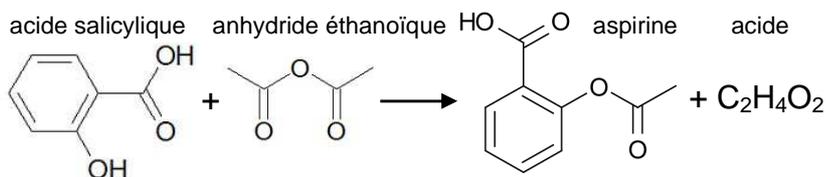
corrige de l'exercice: Aspirine et prévention cardiovasculaire

1. Synthèse de l'aspirine :

1.1. Calcul du nombre de mol des réactifs

0,25 $n_{1(ac.sal.)} = m/M = 10,0/138 = 7,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

0,25 $n_{2(an.éth.)} = \rho \cdot V/M = 1082 \times 14,0 \cdot 10^{-3} / 102 = 14,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$



0,25 Les nombres stœchiométriques sont égaux à 1 donc, puisque $n_1/1 < n_2/1$, l'acide salicylique est le réactif limitant

1.2. Si on veut identifier un produit comme étant de l'aspirine, il faut utiliser l'aspirine comme témoin A.

0,5 Et pour vérifier que la réaction est terminée, il faut tester la présence du réactif limitant en fin de réaction, c'est-à-dire l'acide salicylique (tache B).

1.3. A l'instant $t = 0$, il n'y a que 2 composants dans le milieu réactionnel (les 2 réactifs, puisque H₂SO₄ n'est pas visible sur les chromatogrammes) → chromatogramme X

0,5 Le chromatogramme Y montre que l'aspirine A est bien présent dans le milieu réactionnel, tandis que le réactif limitant (acide salicylique B) n'est plus présent, donc la réaction est terminée.

1.4. La lampe UV permet de révéler (rendre visibles) les taches correspondant aux molécules organiques sur les chromatogrammes.

1.5. Si l'acide salicylique, qui est le réactif limitant, est encore présent sur le deuxième chromatogramme, on peut en déduire que la réaction chimique n'est pas terminée, et qu'en l'absence d'acide sulfurique elle est donc plus lente. L'acide sulfurique qui accélère la réaction sans apparaître dans l'équation bilan en tant que réactif est donc un catalyseur de cette réaction.

2. Analyse spectrale des espèces chimiques intervenant dans la synthèse de l'aspirine

2.1. Spectre RMN de la molécule d'aspirine.

2.1.1. Formule semi-développée et groupes :

2.1.2. RMN = résonance magnétique nucléaire (du proton)

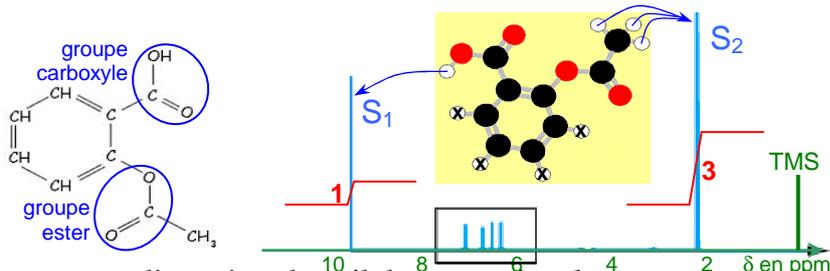
Les particules concernées sont les noyaux des atomes d'hydrogène de la molécule.

2.1.3. Le proton du groupe carboxyle est lié à un atome d'oxygène donc il donne un singulet.

0,5 Il s'agit de S₁ car celui-ci concerne un seul proton d'après la courbe d'intégration.

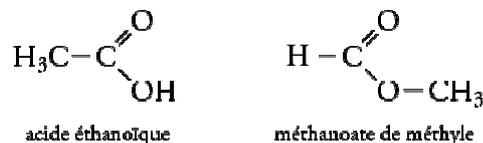
0,5 Les 3 protons équivalents du groupe méthyle (lié au carbone fonctionnel du groupe ester) donnent un singulet car il n'y a pas d'atomes d'hydrogène sur le carbone voisin. C'est S₂ car celui-ci concerne trois protons.

2.1.4. La série de pics encadrés en noir autour de 7 ppm correspond aux protons des atomes d'hydrogène liés au noyau aromatique et repérés par une croix ci-dessus.



2.2. Spectre IR de la molécule d'acide éthanoïque.

2.2.1. Formules semi-développées de l'acide éthanoïque et du méthanoate de méthyle



2.2.2. La bande large entre 2500 et 3200 cm⁻¹ caractéristique des acides carboxyliques n'est visible que dans le spectre n°1 qu'il faut donc associer à l'acide éthanoïque.

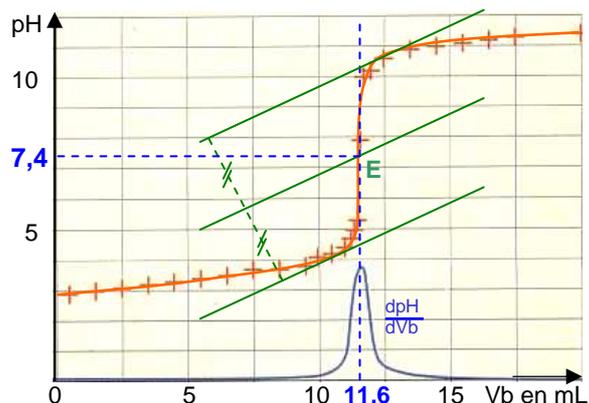
3. Dosage d'un sachet d'aspirine :

3.1. C9H8O4(aq) + HO^-(aq) -> C9H7O4^-(aq) + H2O(l)

3.2. Pipette jaugée de 20,0mL rincée avec la solution prélevée.

3.3. La courbe dpH/dVb = f(Vb) passe par un maximum à l'équivalence, ce qui permet de déterminer Vb_{eq} ≈ 11,6mL confirmé par la méthode des tangentes.

A l'équivalence, les réactifs ont été apportés en proportions stœchiométriques ⇒ $\frac{n(C_9H_8O_4) \text{ à doser}}{1} = \frac{n(HO^-) \text{ apporté}}{1}$



0,5

On peut donc écrire : $C_a \times V_a = C_b \times V_{b_{eq}} \Rightarrow C_a = C_b \times V_{b_{eq}} / V_a$

Application numérique : $C_a = 1,00 \cdot 10^{-2} \times 11,6 \cdot 10^{-3} / 20,0 \cdot 10^{-3} = 5,80 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

Remarque : la concentration C_a de la solution aqueuse d'aspirine préparée ne dépend pas du volume prélevé mais le nombre de mol de soluté présent en dépend.

0,25

Le nombre de mol d'aspirine présent dans le volume $V = 0,100\text{L}$ préparé en dissolvant le comprimé est donc :

$$n = C_a \times V = 5,80 \cdot 10^{-3} \times 0,100 = 5,80 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

0,25

La masse d'aspirine présente dans le sachet est donc : $m_{exp} = n \times M = 5,80 \cdot 10^{-4} \times 180 = 0,104\text{g}$ soit **104mg**.

3.4. L'écart relatif entre la valeur expérimentale m_{exp} et la valeur m indiquée sur le sachet est donc :

0,25

$$|m_{exp} - m| / m = |104 - 100| / 100 = 0,04 \text{ soit } 4\%$$

3.5. La zone de virage de l'indicateur coloré choisi doit contenir le pH à l'équivalence et doit être rajouté en petites quantités (car il contient un couple acide/base) dans le bécher avant dosage.

0,25

La méthode des tangentes conduit à $\text{pH}_{eq} \approx 7,4$ donc le BBT conviendrait.

0,25

A l'équivalence, le BBT passe du jaune au bleu, et il suffit donc de noter le volume de solution basique ajoutée lorsqu'il a sa teinte sensible : verte (mélange de jaune et de bleu).

4. Autre forme de l'aspirine, moins agressive pour l'estomac :

4.1. Dans l'estomac, à $\text{pH} = 2$, l'espèce prédominante est la molécule d'aspirine.

0,25

4.2.1. Formule semi-développée de l'ion acétylsalicylate.

0,25

4.2.2. La catalgine, ou acétylsalicylate de sodium, est un composé ionique constitué par les ions acétylsalicylate et sodium Na^+ .

0,25

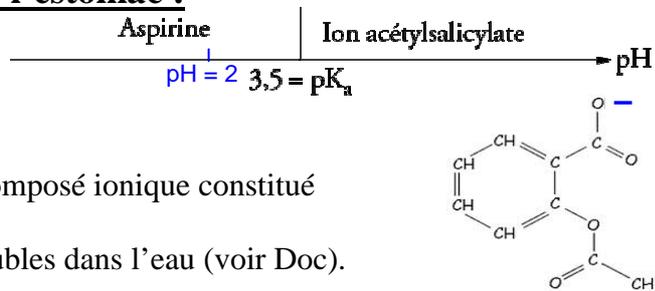
Or les molécules d'eau sont polaires donc les ions sont solubles dans l'eau (voir Doc).

4.2.3. Le document nous dit que l'ion acétylsalicylate est une base qui réagit avec les ions $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$ présents dans l'estomac : $\text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightarrow \text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

0,5

4.2.4. L'aspirine est plus facilement assimilable dans ces conditions car le précipité est obtenu sous forme de grains microscopiques, ce qui le rend plus facilement assimilable. En effet sa surface de contact avec les autres réactifs est plus grande, ce qui rend la réaction d'assimilation plus rapide.

0,25



Corrigé de l'exercice: Supers Héros !

1. Mouvement ascensionnel de Rocketeer

1.1. Pour la phase 1 : Le système « Rocketeer » a un mouvement rectiligne vertical donc sa vitesse et son accélération sont des vecteurs de direction verticale.
D'autre part, la valeur de la vitesse de Rocketeer augmente au cours du temps donc son vecteur variation de vitesse $d\vec{v}_1$ est de même sens que \vec{v}_1 c'est-à-dire vers le haut.
Donc son accélération $\vec{a}_1 = d\vec{v}_1/dt$ est aussi de direction verticale et de sens vers le haut.

Pour la phase 2 : Le système « Rocketeer » a un mouvement rectiligne uniforme car son vecteur vitesse reste constant. Donc l'accélération qui est sa dérivée est un vecteur nul.

1.2.1. L'autre force qui s'exerce sur le système M est son poids \vec{P} .

1.2.2. Pour que le système M décolle, il faut que la force \vec{F} qui tend à le faire monter ait une valeur plus grande que la force \vec{P} qui tend à le faire descendre.

Or $P = m_R \cdot g = 120 \times 10 = 1200 \text{ N}$ donc $F > 1200 \text{ N}$...seule la valeur 1600N convient.

1.2.3. D'après l'énoncé, la valeur de la force de poussée est « égale au produit du débit massique de gaz éjecté par la vitesse d'éjection de ces gaz » donc $F = D_f \cdot v_f = \frac{m_f}{\Delta t_f} \cdot v_f$.

$$\text{Ainsi, } m_f = \frac{F \cdot \Delta t_f}{v_f} \quad \text{soit } m_f = \frac{1600 \times 3,0}{2 \times 10^3} = 2,4 \text{ kg}$$

1.2.4. En appliquant la seconde loi de Newton au système {M} dans un référentiel terrestre supposé galiléen

$$\text{on obtient } \Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a}_G \quad \text{soit } \vec{P} + \vec{F} = m_R \cdot \vec{a}_G$$

Projetons sur un axe Oy vertical et orienté vers le haut : $P_y + F_y = m_R \cdot a_{Gy}$ soit $-P + F = m_R \cdot a_{Gy}$

$$a_{Gy} = \frac{-P + F}{m_R} = \frac{-m_R \cdot g + F}{m_R} = -g + \frac{F}{m_R} \quad \text{soit } a_{Gy} = -10 + \frac{1600}{120} = 3,3 \text{ m.s}^{-2}$$

Par définition $a_{Gy} = \frac{dv_y}{dt}$ donc en primitivant, on obtient $v_y = a_{Gy} \cdot t + C$.

D'après les conditions initiales, à $t = 0 \text{ s}$, on a $v_y = 0$ donc $C = 0$. Ainsi $v_y = a_{Gy} \cdot t$

Estimons la valeur v_I de la vitesse à l'issue de la phase 1, soit à la date $t_1 = 3,0 \text{ s}$: $v_I = 3,3 \times 3,0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$

2. Problème technique :

2.1. D'après l'énoncé, la vitesse du système à la date $t = 0$ est nulle : on peut donc éliminer les courbes C et D.

De plus, le système tombe verticalement donc le vecteur vitesse est orienté vers le bas et compte tenu de l'orientation de l'axe Oy choisie on peut en déduire que $v_y < 0$.

Seule la courbe A est cohérente avec la situation présentée.

2.2. Considérons le système M dans le référentiel terrestre (supposé galiléen) en chute libre.

Il n'est soumis qu'à son poids.

Appliquons la deuxième loi de Newton : $\vec{P} = m \cdot \vec{a}$ soit $m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$ donc $\vec{g} = \vec{a}$

Par projection sur l'axe Oy vertical orienté vers le haut, il vient : $\dot{y} = -g$

En primitivant, on obtient : $\dot{v}_y = y = -g \cdot t + v_{0y}$

Le système tombe sans vitesse initiale, soit $v_{0y} = 0 \text{ m.s}^{-1}$ donc : $v_y = \dot{y} = -g \cdot t$

En primitivant, on obtient : $y = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + C$.

Or à $t = 0 \text{ s}$, le système est à la hauteur $y_0 = 80 \text{ m}$, donc $C = y_0$ d'où : $y = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + y_0$

Numériquement : $y = -\frac{1}{2} \times 10 \times t^2 + 80 \text{ s}$ soit, comme indiqué : $y = -5 \cdot t^2 + 80$

2.3. Il faut que Batman arrive sur le lieu de décollage avant que Rocketeer ne touche le sol.
D'après l'équation précédente, la durée de chute t_C est telle que $y(t_C) = -5.t_C^2 + 80 = 0$.

$$\text{Donc } t_C = \sqrt{\frac{-80}{-5}} = 4,0 \text{ s.}$$

Il faut déterminer la distance que Batman doit parcourir en utilisant le schéma.

L'échelle donne $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ km}$
 $9,4 \text{ cm} \rightarrow d$

$$d = 9,4 \text{ km à parcourir en } t_C = 4,0 \text{ s, à la vitesse moyenne } v. \quad v = \frac{d}{t_C}$$

$$v = \frac{9,4 \times 10^3}{4,0} = 2,4 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1} = 2,4 \text{ km.s}^{-1}$$

Pour que Rocketeer soit sauvé, il faut que la Batmobile roule à une vitesse impressionnante, proche de 7 fois la vitesse du son (Mach 7). Il semble impossible que Batman ait le temps d'intervenir.

Les aventures de Rocketeer risquent de s'arrêter lors de cet épisode.

Corrigé de l'exercice: Protégez vos oreilles !

1. Les 3 caractéristiques d'un son sont : l'intensité, la hauteur et le timbre.

- (0,25) ▶ L'intensité I d'un son s'exprime en W.m^{-2} et augmente lorsque le son est plus fort.
- (0,25) ▶ La hauteur d'un son correspond à sa fréquence, qui est celle de son fondamental. Plus elle est élevée, plus le son est aigu... plus elle est basse, plus le son est grave.
- (0,25) ▶ Le timbre permet de différencier deux instruments de musique différents qui jouent des notes de même hauteur. Il dépend de l'importance relative des différents harmoniques qui composent le son.

(0,5) 2.1. La durée de 7 périodes correspond à 8,0ms donc $T = 8,0.10^{-3}/7$ et $F = 1/T = 7/8,0.10^{-3} = 8,7.10^2 \text{ Hz}$
(0,25) Le spectre en fréquence est compatible puisque la fondamentale se situe entre 800 et 900 Hz compte tenu de l'imprécision du document fourni.

(0,5) 2.2. Le son de la flute n'est pas un son pur car la courbe $u = f(t)$ n'est pas sinusoïdale et le spectre montre la présence de deux harmoniques en plus de la fondamentale.

(0,5) 3. Le niveau sonore moyen de la batterie est $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \log\left(\frac{1,0 \times 10^{-2}}{1,0 \times 10^{-12}}\right) = 1,0 \times 10^2 \text{ dBA} = 100 \text{ dBA}$

(0,25) Or une exposition prolongée à plus de 85 dBA est nocive pour l'oreille humaine. L'atténuation minimale nécessaire est donc égale à $100 - 85 = 15 \text{ dBA}$.

(0,5) 4.1. L'axe vertical est gradué de façon linéaire : chaque graduation correspond à une augmentation de 5dBA.
L'axe horizontal n'est pas gradué de façon linéaire mais logarithmique : chaque graduation correspond à une **multiplication** par 2 de la fréquence, en commençant arbitrairement à 125Hz.

(0,25) 4.2. Les bouchons en mousse ne conviennent pas au batteur car leur atténuation est supérieure à 25 ou 30 dBA, conduisant à un niveau sonore inférieur à 75 dBA, donc insuffisant pour que le musicien entende suffisamment ce qu'il joue.

(0,5) 4.3. Le son est "sourd" (beaucoup de graves et peu d'aigus) car les bouchons en mousse atténuent beaucoup plus les sons aigus (au-delà de 2000Hz) que les sons graves.

(0,75) 4.4. Si on écoute la note LA4 émise par la flûte à bec en utilisant des bouchons en mousse, son intensité est réduite (atténuation de 30 ou 40 dBA) et son timbre est modifié puisque les harmoniques aigus sont plus atténués que la fondamentale.
Mais la hauteur de la note (fréquence de la fondamentale) n'est pas modifiée.

(0,25) 4.5. Le bouchon moulé est mieux adapté aux besoins du batteur car son atténuation comprise entre 20 et 25 dB conduit à un niveau sonore compris entre 75 et 85dB, en conservant les amplitudes relatives des différents harmoniques.