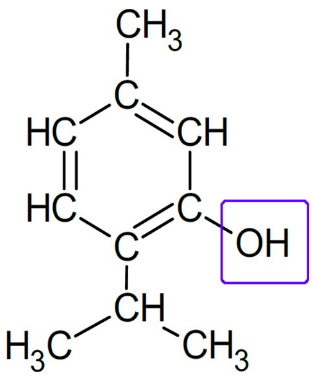
Corrigé du sujet 1 métropole 2024

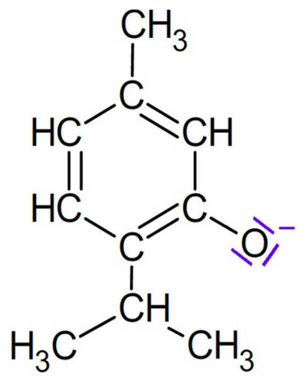
Exercice 1 - Vers le bleu de thymol

1. Extractions successives

Q1. Groupe hydroxyle et fonction principale associée « alcool »



Q2. Schéma de LEWIS



Q3. L'huile essentielle obtenue expérimentalement, HEe :
- est un mélange car on observe 3 taches ; il y a donc 3 substances ;
- possède bien une tache au même niveau que la tache du thymol du commerce.

Q4. L'acide chlorhydrique est un acide fort. Donc, les ions oxonium vont réagir de façon **totale** avec les ions thymolate $R\text{-}O^-$, base, selon :

$$R-O^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + R-OH_{(aq)}$$

Q5. La phase organique est la phase dans laquelle le thymol est le plus soluble, donc dans l'hexane. Cette phase de densité **0,66** est **en haut** de l'ampoule à décanter, car elle est de densité inférieure à l'eau (d = 1).

Q6. Le thymol correspond à 31 % de la masse de l'huile essentielle. Donc, pour obtenir **1 g de thymol** il faut 1 ÷ 0,31 = 3,22 g d'huile essentielle. Or, 100 g de thym donnent au maximum 2 g d'huile essentielle, dont 53 % × 2 g = 1,06 g est du thymol. Il nous faudrait strictement (3,22 ÷ 1,06) × 100 g de plantes soit environ **304 g de thym**.

2. Synthèse du thymol

Q7. Un isomère à même formule brute mais des structures semi-développées ou topologiques différentes. P2 est un isomère du *thymol* *(le groupe "en bas" a changé de place)* mais pas P4 car sa formule brute est différente *(un H a été remplacé par un nouveau groupe)*.

Q8. Le catalyseur permet d'accélérer la cinétique *(diminuer sa durée)* de la réaction sans en changer l'état final et donc permet de remplacer l'effet *(de facteur cinétique)* de l'augmentation de température.

Q9. Mettre en excès le propène permet de déplacer l'équilibre dans le sens direct, celui qui transformeait le m-crésol en totalité (le m- crésol est le réactif limitant). La réaction n'est pas totale : un excès de propène en améliore le **rendement**.

Q10. Si les deux températures d'ébullition sont assez différentes, on récupère en premier celui de plus basse température. Soit le m-crésol.

Q11. **1 g de thymol** correspond à :

$$\frac{1}{150,2} = 6,658 \cdot 10^{-3} mol$$

$n(thymol) = 73\%$ de $n(m\text{-}crésol)$. **Nombre de moles de m-crésol** :

$$n(m-crésol)=\frac{n(thymol)}{0,73}=9,12\cdot 10^{-3}\,mol$$

$$\textbf{\textit{Masse :}}\; m(m-crésol)=n\cdot M=9,12\cdot 10^{-3}\cdot 108,1=0,9859\;\;g$$

$$\textbf{\textit{Volume :}}\; V(m-crésol)=\frac{m}{\rho}=\frac{0,9859}{1,03}=0,96\;\;mL\;<\;1\;\;mL$$

3. Le bleu de thymol

Q12. L'amphotère est BTH^-, car c'est à la fois la base de BTH_2/BTH^- et l'acide de BTH^-/BT^{2-}

Q13. Déf. : couple (AH/A^-), on a : $K_a=Q_{r,éq}=\frac{[A^-_{(aq)}]_{éq}\cdot[H_3O^+_{(aq)}]_{éq}}{[AH_{(aq)}]_{éq}\cdot c°}$ avec c° = 1 mol.L^{-1} (c° facultatif)

Q14. Pour une espèce et un solvant donnés, le pKa est une ***constante*** (même température). On peut donc choisir la situation particulière où $[BTH^-] = [BT^{2-}]$

La définition appliquée à $BTH^-(aq)/BT^{2-}(aq)$ donne : $K_a=\frac{[BT^{2-}_{(aq)}]_{éq}\cdot[H_3O^{+}{}_{(aq)}]_{éq}}{[BTH^-_{(aq)}]_{éq}\cdot c°}$

Dans le cadre d'un mélange équimolaire : $K_a = [H_3O^+]$ et donc $pK_a = -\log [H_3O^+] = pH$. Sur le diagramme de distribution (fig.5), à l'intersection des deux courbes nous lisons pH = 8,8 et donc :

$$\boxed{pKa\ (BTH^-/BT^{2-}) \cong 8,8}$$

La **zone de virage** de la phénolphtaléine est donnée : pH [8,2 – 9,9]

8,8 se trouve dans cet intervalle. Le Bleu de Thymol peut donc la remplacer.

Changement de couleur : la figure 6 et le cercle chromatique nous disent que

− si la forme acide BTH^- est majoritaire, le bleu est absorbé : on voit le JAUNE.
− si la forme basique BT^{2-} est majoritaire, le orange est absorbé : on voit le BLEU.

Lors du titrage d'un acide faible par une base forte, **le bleu de thymol passe du jaune au bleu**.

Q15 - Il nous faut ici appliquer la formule donnée dans l'aide, le x de l'aide étant pour nous le pKa :

$$z=\frac{|pKa-pKa(ref)|}{u(pKa)}=\frac{|8,8-8,9|}{0,2}=0,5$$

Ce que l'aide ne dit pas (oups) :
− Si $z > 2$, il y a incompatibilité : la mesure n'est pas convenable au regard de la référence.
− Si $z < 2$, il y a compatibilité : la mesure est jugée compatible avec la valeur de référence.

0,5 < 2 La mesure est compatible avec la valeur de référence

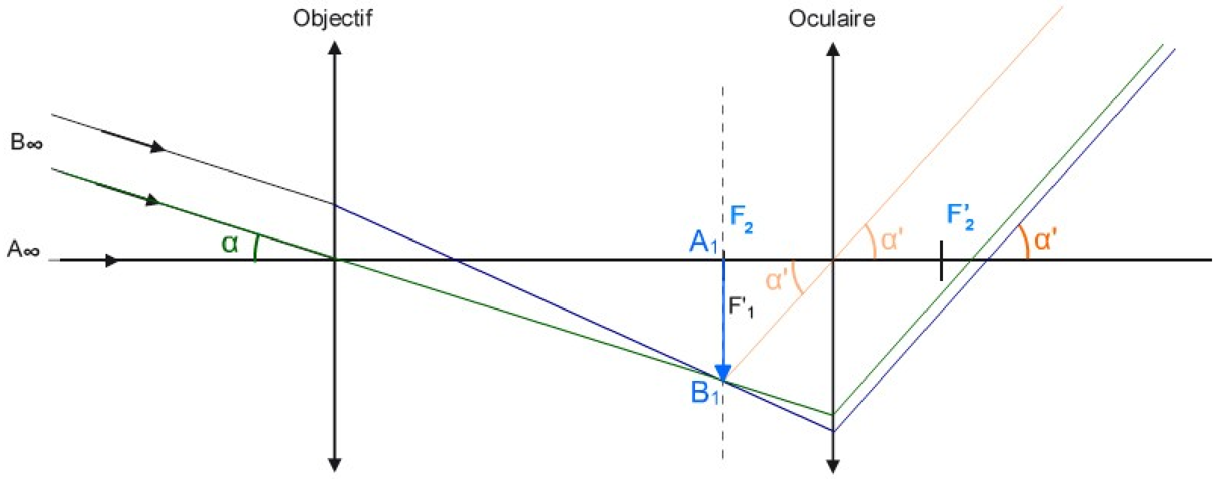
Rem. : Avec *u(pKa)=0,2* on peut dire "la valeur lue est compatible car 8,8 est contenue dans l'intervalle 8,9 +/- 0,2"

Exercice 2 - Observation d'un avion en vol

1. Observation d'un avion A 312 avec une lunette astronomique

Q1 - Une lunette est *afocale* quand le foyer image de l'objectif F'_1 et le foyer objet de l'oculaire F_2 **coïncident**. D'un objet à l'infini, elle produit une image à l'infini.

Q2 - Et donc, F_2 et F'_1 sont confondus. F'_2 est symétrique de F_2 p/r à l'oculaire.



Q3 - L'image B_1 de B∞ se trouve dans le plan focal de l'objectif. On la trouve en prolongeant le rayon issu de B∞ passant par le centre optique de cet objectif **(en vert)**. A_1 se trouve sur l'axe optique, comme A∞.
Remarque : α et α' ne sont pas réalistes. On n'utilisera pas le schéma pour les mesurer :))

Q4 -

$$\tan\alpha = \alpha = \frac{L}{h} = \frac{44{,}5}{10400} = 4{,}27\cdot 10^{-3}\,rad$$

4,27.10^{-3} rad > 3,0.10^{-4} rad. L'angle > la limite de l'œil : on distingue l'avion à l'œil nu

Q5 -

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

Q6 – Savoir si on peut distinguer le hublot revient à vérifier que α' > 3,0.10^{-4} rad.

$$\alpha' = G.\alpha = G.\frac{largeur}{h} \qquad avec \quad largeur = 0{,}23 \quad m \quad et \quad h = 10400 \quad m$$

Avec G = 16, cela donne α' = 3,5.10^{-4} rad
Avec G = 48, cela donne α' = 1,1.10^{-3} rad

Dans les 2 cas, α' > 3,0.10^{-4} rad

On peut donc distinguer les 2 bords d'un hublot avec le grossissement le plus faible.

2. Détermination de la vitesse d'un avion A312 en phase d'atterrissage

Q7 - C'est l'effet Doppler.

Q8 - A : le terme de gauche est une fréquence et celui de droite n'a pas d'unité.
B : correct car $f_A > f_0$ et $f_E < f_0$. C : Non car là $f_A < f_0$! D : Non. Un 2 dans une formule !

Q9 - Le rapport des formules de B donne : $\frac{f_A}{f_E} = \frac{c+v}{c-v}$ soit $f_A(c-v) = f_E(c+v)$

Développer et isoler v : $v = c.\frac{(f_A - f_E)}{(f_A + f_E)} = 345.\frac{(2{,}2-1{,}5)}{(2{,}2+1{,}5)} = 65\,m.s^{-1} = 235\,km.h^{-1}$

Exercice 3 - Accéléromètre d'un mobile multifonction

1. Modèle de la chute libre sans frottement

Q1 - Bilan des forces extérieures : puisque les frottements sont négligés, il ne reste que le poids.

2^{nde} *loi de Newton* : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{P} = m.\vec{a}$ *avec* $\vec{P} = m.\vec{g}$ *et donc* $\vec{a} = \vec{g}$

L'axe Oz proposé étant orienté vers le haut et g vers le bas :

$$\boxed{a_z = -g}$$

Q2 - *Définition* : $\vec{a} = \dfrac{\overrightarrow{dv}}{dt}$ *et donc ici* : $a_z = \dfrac{dv_z}{dt} = -g$

Primitives de a_z : $v_z(t) = -gt + k_1$ où k_1 est déterminée par les **cond. init. À t=0, v_z=0** Donc $k_1 = 0$.

$$\boxed{v_z(t) = -g \cdot t}$$

De la même façon : $\vec{v} = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$ *et donc ici* : $v_z = \dfrac{dz}{dt} = -g.t$

Primitives de v_z : $z(t) = -\frac{1}{2} g.t^2 + k_2$ où k_2 est déterminée par les **cond. init. À t=0, z= h** Donc k_2 = h.

$$\boxed{z(t) = -\tfrac{1}{2} g.t^2 + h}$$

Q3 - L'énergie mécanique du système est **constante** car il est dit qu'on néglige les frottements.
Em = Ec + Epp = $\frac{1}{2}$.m.v^2 + m.g.h or à **t = 0, v = 0** et donc :

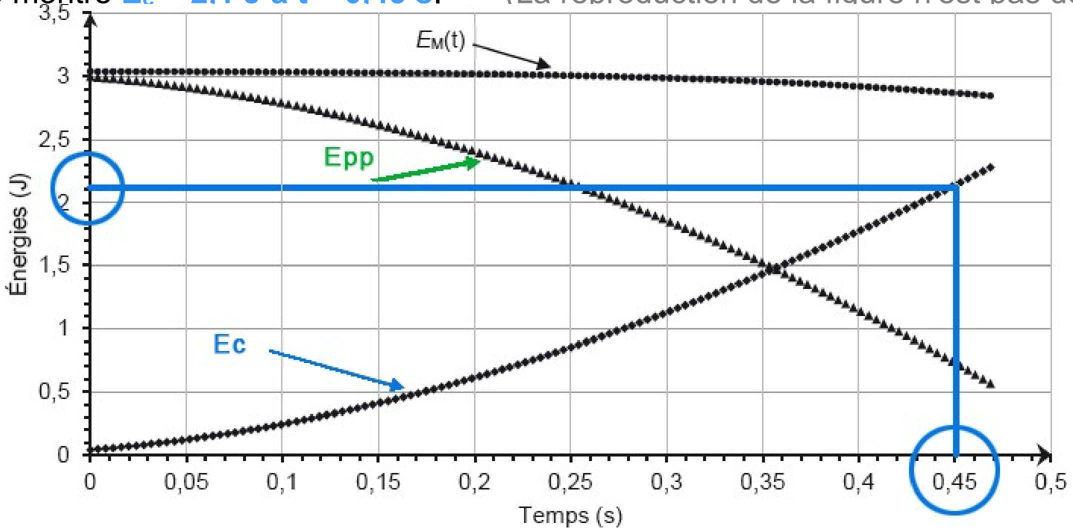
$$\boxed{E_m = m.g.h}$$

1. Étude expérimentale de la chute du smartphone

Q4 - La figure 2 montre que ***a_z* varie** au cours du temps. Le modèle de la chute libre sans frottement n'est compatible avec l'expérience.

Q5 – Courbe A : décroissante. Or, h diminue au cours de la chute. C'est $E_{pp}(t)$
Courbe B : croissante. Or v augmente au cours du temps. C'est $E_c(t)$

Q6 - La fig.3 montre **E_c = 2.1 J à t = 0.45 s**. (La reproduction de la figure n'est pas demandée)



$Ec = ½.m.v^2$

$$\text{et donc} \quad v^2 = \frac{2.Ec}{m} \quad \text{et donc} \quad v = \sqrt{\frac{2.Ec}{m}} \quad \text{et donc} \quad A.N.: \ v = \sqrt{\frac{2 \times 2{,}1}{182.10^{-3}}} = 4{,}8 \ m.s^{-1} (\text{proche de} \ 5 \ m.s^{-1})$$

Q7 – **Système** : smartphone de masse *m* et de centre de masse *G* ;
Référentiel : terrestre supposé galiléen ;
Repère : donné par l'énoncé, soit (O, $\vec{k}$) d'axe Oz, vertical, orienté vers le haut ;
Bilan des forces :

- poids : $\vec{P} = m.\vec{g}$
- force de frottements : $\vec{f}$ $\quad (= f.\vec{k} \quad \text{verticale, vers le haut})$

2e loi de Newton : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{P} + \vec{f} = m.\vec{a}$ soit $m.\vec{g} + \vec{f} = m.\vec{a}$

Projection sur Oz : $m.g_z + f_z = m.a_z$
$-m.g + f = m.a_z$ ($f_z = f > 0$)

$$\boxed{f = m.(a_z + g)}$$

Q8 - La modélisation affine (fig 4) de l'expérience donne *(énoncé)* : $a_z = 0{,}0555 \times v^2 - 9{,}80$
Or, lorsque v = 0, f = 0. Et donc $a_z = -g$.
Donc, avec v = 0 : $a_z = -9{,}80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} = -g$

$$\boxed{g = 9{,}80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}$$

Q9 - $f = m.(a_z + g)$
$f = m.(0{,}0555 \times m.v^2 - 9{,}80 + g)$ avec $g = 9{,}81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ qui est une valeur très proche de 9,80
On a bien $f = k \cdot v^2$

$\boxed{k = \frac{f}{v^2}}$ Parce que f = m.a, une force peut s'exprimer en N ou en $kg \cdot m \cdot s^{-2}$

Donc, k s'exprime en : $\frac{N}{(m.s^{-1})^2} = \frac{kg.m.s^{-2}}{m^2.s^{-2}} = kg.m^1$
Valeur de k : $0{,}0555 \times 182.10^{-3}$

$$\boxed{k = 1{,}01 \times 10^{-2} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}}$$

Q10 - Une valeur est négligeable devant une autre si elle est au moins **100 fois plus faible**.

La figure 4 donne, en fin de chute : $v^2 = 25 \text{ m}^2.\text{s}^{-2}$

$f = k.v^2 = 1{,}01.10^{-3} \times 25 \approx 0{,}25$ N
$P = m.g = 182.10^{-3} \times 9{,}80 \approx 1{,}78$ N

$$\boxed{\frac{P}{f} = \frac{1{,}78}{0{,}25} \approx 7{,}12}$$

f n'est que **7 fois plus faible** que *P*.

$$\boxed{f \text{ n'est pas négligeable devant le poids.}}$$