Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

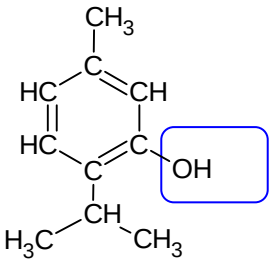
Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Physique + SVT, veuillez visiter :
bac-physique-svt.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac Métropole 2024 Jour 1 Spécialité physique-chimie Correction © https://labolycee.org
EXERCICE 1– VERS LE BLEU DE THYMOL (9 points)

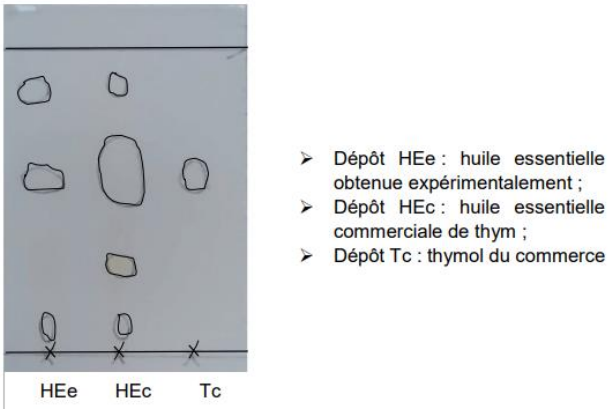
1. Extractions successives

Q1. La formule semi-développée du thymol est :



Groupe : hydroxyle

Q2. R – $\overline{\underline{O}}^{\ominus}$



Q3. L'huile essentielle obtenue expérimentalement, HEe :
- est un mélange car on observe trois taches, ce qui signifie qu'il y a trois substances;
- contient du thymol car une des taches est à la même hauteur que celle du thymol du commerce.

Q4. L'équation de la réaction (supposée totale) entre l'ion thymolate $R\text{-}O^-$ (qui est une base) et l'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) est : $R\text{-}O^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow R\text{-}OH(aq) + H_2O(\ell)$

Q5. À l'issue de la décantation, le thymol est donc sous sa forme acide $R\text{-}OH$. La solubilité du thymol est faible dans l'eau mais forte dans les solvants organiques donc celui-ci se retrouve dans la phase organique (l'hexane est le solvant).
La densité de l'hexane (0,66) étant inférieure à celle de l'eau (1,00), la phase organique est la phase supérieure dans l'ampoule à décanter.

Q6. D'après l'énoncé, 100 g de thym permettent d'obtenir (au maximum) 2 g d'huile essentielle de thym.
Le pourcentage massique de l'huile en thymol est de 53 % donc dans 2 g d'huile essentielle, il y a $\frac{53}{100} \times 2$ g de thymol.
« Après évaporation du solvant, on obtient des cristaux dont la masse correspond à 31 % de la masse de thymol initialement présente dans l'huile essentielle » donc la masse de thymol extraite est de $\frac{31}{100} \times \frac{53}{100} \times 2 = 0{,}33$ g (à partir de 100 g de thym).

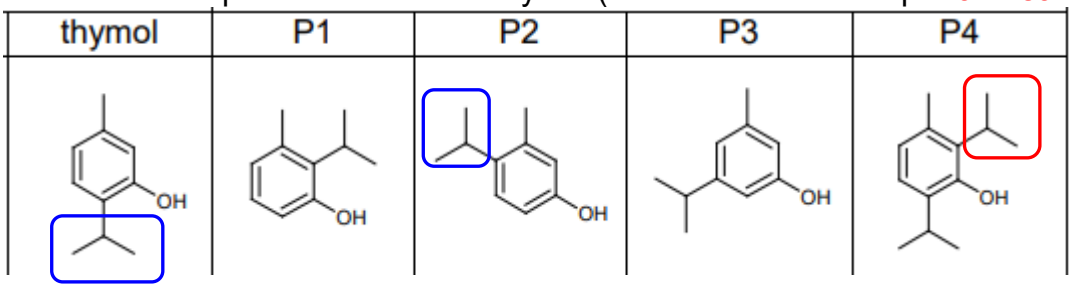
Par proportionnalité, on en déduit que pour obtenir 1 g de thymol, il faut $\frac{100 \times 1}{0{,}33} = 304$ g.

Ce qui est effectivement proche de 300 g.

2. Synthèse du thymol

Q7. Des isomères ont la même formule brute mais une formule semi-développée différente.
En comparant les formules topologiques de P2 et P4 avec le thymol, on en conclut que :

- P2 est un isomère du thymol (le groupe « en bas » a changé de place)
- P4 n'est pas un isomère du thymol (un H a été substitué par un nouveau groupe)



Q8. Un catalyseur est une substance dont la présence permet de diminuer la durée d'une réaction chimique.
Son utilisation permet de « réduire la température de la synthèse » car la température est un facteur cinétique : en utilisant un catalyseur, on n'a pas besoin de porter le système à une température élevée pour augmenter la vitesse de réaction.

Q9. La figure 3 montre une simple flèche, alors on suppose la réaction comme étant totale.
On introduit le propène en excès car cela permet de transformer tout le m-crésol (précurseur du thymol qui est la molécule d'intérêt) qui est le réactif limitant.

Remarque : On apprend à la question suivante que du m-crésol n'a pas réagi ce qui implique que la réaction n'est pas totale en réalité.
Si la réaction est non totale, introduire le propène en excès, permet d'augmenter le taux d'avancement final et donc d'améliorer le rendement.

Q10. La distillation fractionnée permet de séparer des liquides miscibles dont la température d'ébullition est bien différente. Il y a 30°C d'écart entre les deux températures d'ébullition donc le thymol et le m-crésol peuvent a priori être séparés par distillation fractionnée.
On récupèrerait en premier le m-crésol dont la température d'ébullition est plus faible.

Q11. On cherche $V(m\text{-crésol})_i$

Par définition du rendement : $\eta = \dfrac{n(pro)_{exp}}{n(pro)_{MAX}} = \dfrac{n(thymol)_{exp}}{n(thymol)_{MAX}}$ ici.

Or, $n(thymol)_{exp} = \dfrac{m(thymol)_{exp}}{M(thymol)}$

Le m-crésol étant le réactif limitant : $\dfrac{n(thymol)_{MAX}}{1} = \dfrac{n(m\text{-crésol})_i}{1}$

Donc $n(thymol)_{MAX} = n(m\text{-crésol})_i = \dfrac{m(m\text{-crésol})_i}{M(m\text{-crésol})} = \dfrac{\rho(m\text{-crésol}) \times V(m\text{-crésol})_i}{M(m\text{-crésol})}$

$$= \frac{d(m\text{-crésol}) \times \rho(eau) \times V(m\text{-crésol})_i}{M(m\text{-crésol})}$$

Donc $\eta = \dfrac{n(thymol)_{exp}}{n(thymol)_{MAX}} = \dfrac{\dfrac{m(thymol)_{exp}}{M(thymol)}}{\dfrac{d(m\text{-crésol}) \times \rho(eau) \times V(m\text{-crésol})_i}{M(m\text{-crésol})}}$

On en déduit que $V(m\text{-crésol})_i = \dfrac{\dfrac{m(\text{thymol})_{exp}}{M(\text{thymol})}}{\dfrac{d(m\text{-crésol}) \times \rho(eau) \times \eta}{M(m\text{-crésol})}}$

$V(m\text{-crésol})_i = \dfrac{\dfrac{1,0}{150,2}}{\dfrac{1,03 \times 1,00 \times 10^3 \times 0,73}{108,1}} = 9,6 \times 10^{-4}\text{L} = 0,96\text{ mL}$ Résultat est bien inférieur à 1 mL.

3. Le bleu de thymol

Q12. Une forme amphotère peut se comporter comme un acide ou une base : c'est l'espèce BTH^- qui appartient aux deux couples acide-base.

Q13. Par définition : $K_A = \dfrac{\dfrac{[H_3O^+(aq)]_{eq}}{c^0} \times \dfrac{[A^-(aq)]_{eq}}{c^0}}{\dfrac{[AH(aq)]_{eq}}{c^0}}$ (l'oubli de c^0 n'est pas sanctionné)

Q14. La relation précédente permet d'écrire : $pH = pK_A + \log\left(\dfrac{[A^-(aq)]_{eq}}{[AH(aq)]_{eq}}\right)$.

Pour le couple BTH^-/BT^{2-}, $pH = pK_A(BTH^-/BT^{2-}) + \log\left(\dfrac{[BT^{2-}(aq)]_{eq}}{[BTH^-(aq)]_{eq}}\right)$.

En utilisant le diagramme de distribution (figure 5) quand les proportions de BTH^- et de BT^{2-} sont égales, on obtient $pH = pK_A(BTH^-/BT^{2-})$ car $\log(1) = 0$.

Conclusion : $pK_A(BTH^-/BT^{2-}) = 8,8$.

Un indicateur coloré convient pour un titrage acide-base si le pH à l'équivalence est inclus dans la zone de virage de l'indicateur coloré.
D'après la simulation du titrage (figure 4) et l'utilisation de la méthode des tangentes parallèles, le pH à l'équivalence vaut 8,4 (ce qui justifie l'utilisation possible de la phénolphtaléine).
De manière simplifiée, on obtient la zone de virage d'un indicateur coloré en rajoutant ± 1 au pK_A du couple acide-base auquel appartient l'indicateur coloré.
Cela donne pH [7,8 – 9,8] pour la 2ème forme du bleu de thymol ce qui convient ici.

Changement de couleur :
En utilisant le spectre d'absorption UV-visible des trois formes du bleu de thymol (figure 6) :

- Pour BTH^-, le maximum d'absorption se situe vers 440 nm (domaine du violet) donc le BTH^- a une teinte jaune, couleur complémentaire diamétralement opposée sur le cercle chromatique (figure 7).
- Pour BT^{2-}, le maximum d'absorption se situe vers 600 nm (domaine du orange) donc le BT^{2-} a une teinte bleue d'après le cercle chromatique.

Lors du titrage d'un acide faible par une base forte, le bleu de thymol va passer de sa forme acide vers sa forme basique (du couple BTH^-/BT^{2-}) donc du jaune vers le bleu.

Q15. Calculons l'écart normalisé (« z-score ») : $\dfrac{|pK_A - pK_A(\text{ref})|}{u(pK_A)} = \dfrac{|8,8 - 8,9|}{0,2} = 0,5$

L'écart normalisé est faible (inférieur à la valeur de 2 usuelle) donc la valeur expérimentale est en accord avec la valeur tabulée.

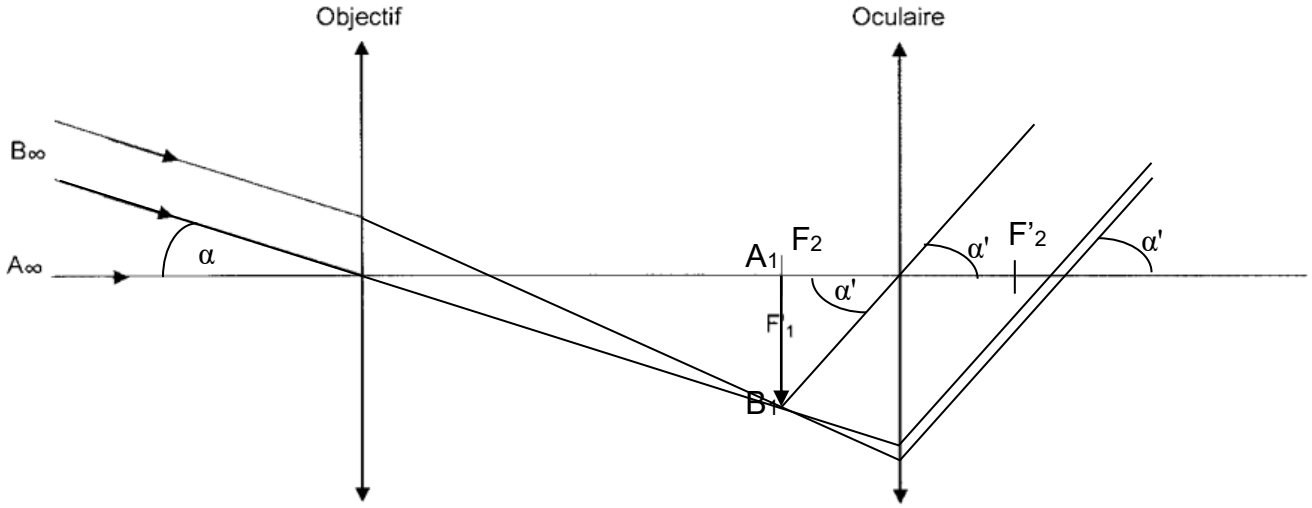
Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org

Bac 2024 Métropole Jour 1 **Correction © https://labolycee.org**
Spécialité physique-chimie Exercice 2 – Observation d'un avion en vol (5 points)

1. Observation d'un avion A312 avec une lunette astronomique

Q1. Une lunette afocale donne, d'un objet situé à l'infini, une image définitive rejetée à l'infini.

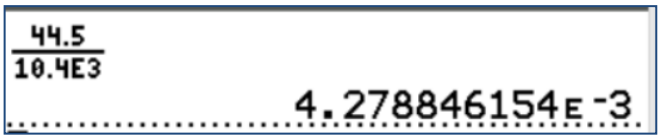
Q2. Le foyer objet F_2 est confondu avec le foyer image F'_1.
F'_2 est symétrique de F_2 par rapport à O_2.



Q4. $\tan\alpha = \alpha = \dfrac{AB}{h} = \dfrac{L}{h}$



$\alpha = \dfrac{44{,}5}{10{,}4\times10^{3}} = 4{,}28\times10^{-3}$ rad $> 3{,}0\times10^{-4}$ rad

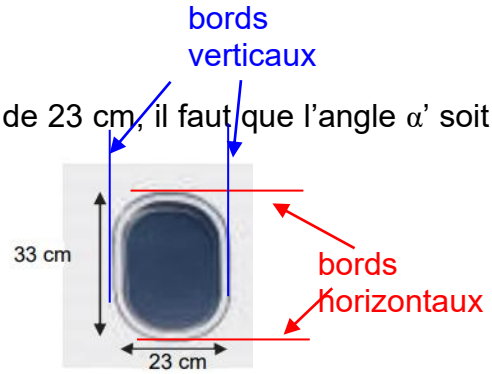


L'angle α est assez grand pour distinguer l'avant de l'avion de l'arrière.

Q5. α et α '

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

Q6. Pour distinguer l'un de l'autre les bords verticaux séparés de 23 cm, il faut que l'angle α' soit supérieur à $3{,}0\times10^{-4}$ rad.
Le grossissement G est compris entre 16 et 48.

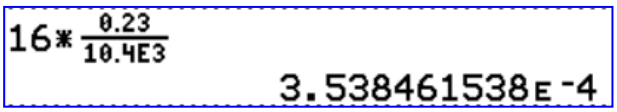


Comme $G = \dfrac{\alpha'}{\alpha}$ alors $\alpha' = G.\alpha$

On a AB = 23 cm et h = 10,4 km = $10{,}4\times10^{3}$ m.

On peut exprimer $\alpha = \dfrac{AB}{h}$.

$\alpha' = G.\dfrac{AB}{h}$



Avec le plus petit grossissement

$\alpha' = 16 \times \dfrac{0{,}23\text{ m}}{10{,}4\times10^{3}\text{ m}} = 3{,}5\times10^{-4}$ rad $> 3{,}0\times10^{-4}$ rad donc on peut distinguer les deux points.

Avec le plus gros grossissement, forcément même conclusion.

$\alpha' = 48 \times \dfrac{0{,}23\text{ m}}{10{,}4\times10^{3}\text{ m}} = 1{,}1\times10^{-3}$ rad $> 3{,}0\times10^{-4}$ rad

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

Q7. Ce décalage de fréquence est dû à l'effet Doppler.

Q8.

A	B	C	D
$f_A = \frac{c}{c-v}$ $f_E = \frac{c}{c+v}$	$f_A = f_0 \cdot \frac{c}{c-v}$ $f_E = f_0 \cdot \frac{c}{c+v}$	$f_A = f_0 \cdot \frac{c}{c+v}$ $f_E = f_0 \cdot \frac{c}{c-v}$	$f_A = f_0 \cdot \frac{c}{c-2v}$ $f_E = f_0 \cdot \frac{c}{c+v}$

Avec f_A = 2,2 kHz et f_E = 1,5 kHz.

Proposition A :
On élimine la proposition A, car les formules ne sont pas homogènes.
En effet prenons $\frac{c}{c-v}$ et remplaçons chaque grandeur par son unité alors on obtient $\frac{m.s^{-1}}{m.s^{-1}}$.
Ce qui est égal à 1 donc sans dimension. Or la fréquence *f* devrait être en hertz (= s^{-1}).

Proposition C : éliminée
$f_A = f_0 \cdot \frac{c}{c+v} < f_E = f_0 \cdot \frac{c}{c-v}$
Or les mesures donnent $f_A > f_E$.

On a f_A = 2,2 kHz > f_E = 1,5 kHz.

Proposition D :
La présence du 2 dans la formule de f_A n'est pas correcte.
Cette formule ne serait valable que si c – 2v >0 donc si v < c/2. Or le sujet indique que la vitesse de croisière de l'avion est de 863 km·h^{-1} ce qui est supérieur à la moitié de la célérité du son (175 m.s^{-1} = 630 km.h^{-1}).

On retient donc la proposition B.

Q9. $f_A = f_0 \cdot \frac{c}{c-v}$ $f_E = f_0 \cdot \frac{c}{c+v}$

$$\frac{f_A}{f_E} = \frac{f_0 \cdot \frac{c}{c-v}}{f_0 \cdot \frac{c}{c+v}} = \frac{c}{c-v} \times \frac{c+v}{c} = \frac{c+v}{c-v}$$

$$f_A.(c-v) = f_E.(c+v)$$
$$f_A.c - f_A.v = f_E.c + f_E.v$$
$$f_A.c - f_E.c = f_E.v + f_A.v$$
$$(f_A - f_E).c = (f_E + f_A).v$$
$$v = c.\frac{(f_A - f_E)}{(f_E + f_A)}$$

345*(2.2-1.5)/(1.5+2.2)
6.527027027E1

$v = 345 \times \frac{(2,2-1,5)}{(1,5+2,2)} = 65$ m.s^{-1}, en multipliant par 3,6 on trouve 235 km.h^{-1}.
Cette vitesse est relativement peu élevée pour un avion, mais elle est cohérente puisqu'il s'agit de l'atterrissage.

Si vous remarquez une erreur, merci de nous écrire à labolycee@labolycee.org.

Bac Métropole 2024 Jour 1 CORRECTION © https://labolycee/org

EXERCICE 3 : Accélération d'un mobile multifonction (6 pts)

1. Modèle de la chute libre sans frottement

Q1. (0,75) Système {smartphone} de masse m et de centre de masse G.
Référentiel terrestre supposé galiléen
Repère d'étude $(O,\vec{k})$ d'axe Oz vertical orienté vers le haut.

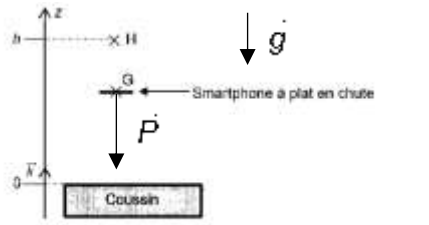


Figure 1. Modélisation de la chute du smartphone

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

Deuxième loi de Newton : $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{P} = m \cdot \vec{a}$ soit $m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}$

donc $\vec{a} = \vec{g}$.

En projection selon l'axe vertical Oz orienté vers le haut : $a_z = g_z = -g$.

Q2. (1) On a : $\vec{a} = \dfrac{d\vec{v}}{dt}$ soit en projection selon l'axe Oz : $a_z = \dfrac{dv_z}{dt} = -g$.

En primitivant : $v_z(t) = -g \cdot t + C_1$
Le smarphone est lâché initialement sans vitesse initiale donc $v_z(0) = 0$ soit $-0 + C_1 = 0$.
Finalement : $v_z(t) = -g \cdot t$

On a : $\vec{v} = \dfrac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$ soit en projection selon l'axe Oz : $v_z = \dfrac{dz}{dt} = -g \cdot t$.

En primitivant : $z(t) = -\dfrac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + C_2$

Le smartphone est lâché initialement d'une altitude $z(0) = h$ donc $-0 + C_2 = h$.

Finalement : $z(t) = -\dfrac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + h$

Q3. (0,75) Dans le cas d'une chute libre, il n'y a pas de frottements donc l'énergie mécanique se conserve au cours du mouvement. L'énergie mécanique est donc constante et s'écrit :

$$E_M = E_C + E_{PP}$$

$$E_M = \frac{1}{2} m v^2 + m \cdot g \cdot z$$

Pour $z = h$, la vitesse du smartphone est nulle ainsi :

$$E_M = m \cdot g \cdot h$$

2. Étude expérimentale de la chute du smartphone

Q4. (0,5) Dans le modèle de la chute libre : $a_z = -g$. La coordonnée a_z de l'accélération est donc constante au cours du temps.
Or la figure 2 montre que la coordonnée a_z varie au cours du temps donc le modèle de la chute libre n'est compatible avec l'expérience.

Q5. (0,5) La courbe A correspond à une énergie décroissante au cours du temps : elle correspond à l'énergie potentielle de pesanteur E_{PP} qui diminue car l'altitude du smartphone diminue au cours de la chute verticale.
La courbe B correspond à une énergie croissante au cours du temps : elle correspond à l'énergie cinétique E_C qui augmente car la valeur de la vitesse du smartphone augmente lors de la chute verticale.

Q6. (0,5) Pour t = 0,45 s : $E_C \approx 2{,}1$ J et $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ soit $v^2 = \frac{2E_c}{m}$ donc $v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$.

$v = \sqrt{\frac{2\times 2{,}1}{182\times 10^{-3}}}$ m·s^{-1} = 4,8 m·s^{-1} valeur proche de 5 m·s^{-1}.

$\sqrt{\frac{2*2.1}{182E-3}}$

4.803844614

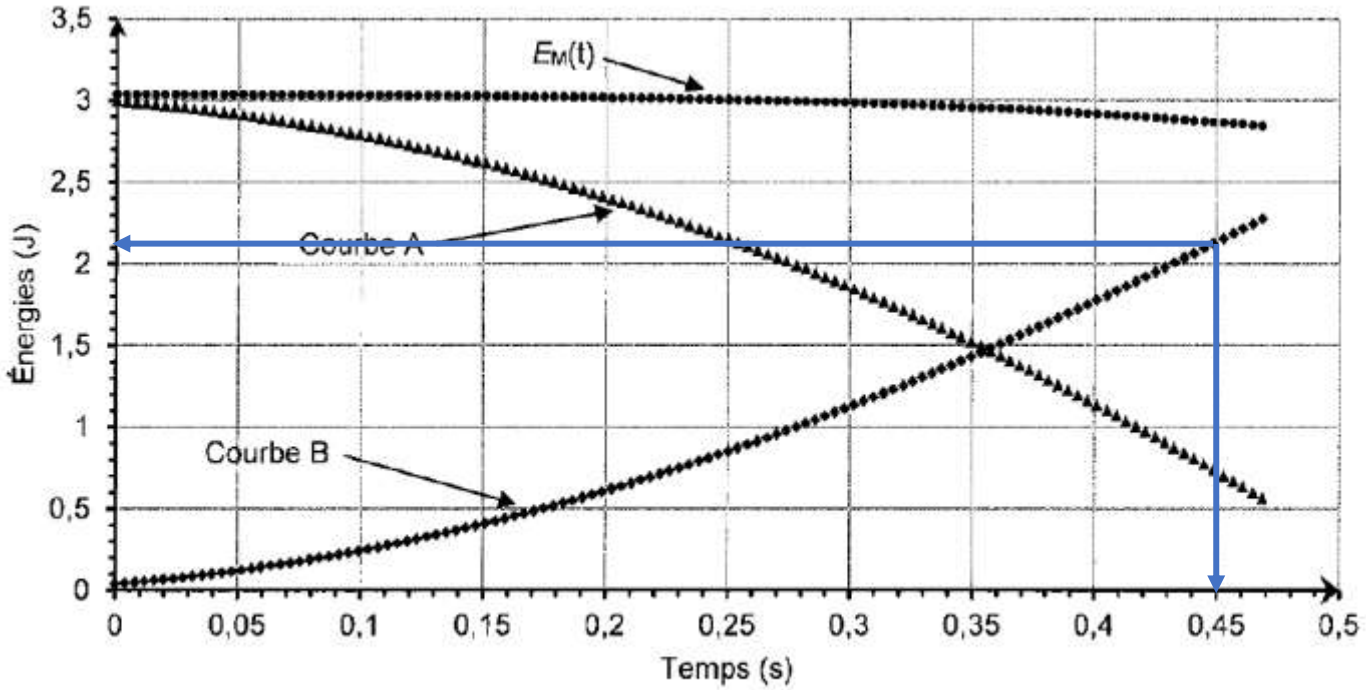


Figure 3. Représentations graphiques de $E_{PP}(t)$, $E_C(t)$ et $E_M(t)$ lors de la chute du smartphone

Q7.(0,5) Système {smartphone} masse m et de centre de masse G.
Référentiel terrestre supposé galiléen
Repère d'étude $(O,\vec{k})$ d'axe Oz vertical orienté vers le haut.

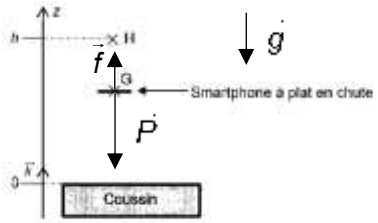


Figure 1. Modélisation de la chute du smartphone

Bilan des forces :
Poids $\vec{P} = m\cdot\vec{g}$
Force de frottement : $\vec{f} = f\cdot\vec{k}$ (verticale dirigée vers le haut).
Deuxième loi de Newton : $\sum\vec{F_{ext}} = \vec{P} + \vec{f} = m\cdot\vec{a}$ soit $m\cdot\vec{g} + \vec{f} = m\cdot\vec{a}$
En projection selon l'axe vertical Oz orienté vers le haut : $m\cdot g_z + f_z = m\cdot a_z$

Soit : $-m\cdot g + f = m\cdot a_z$ ($f_z = f > 0$)

$f = m\cdot a_z + m\cdot g$

$f = m\cdot(a_z + g)$

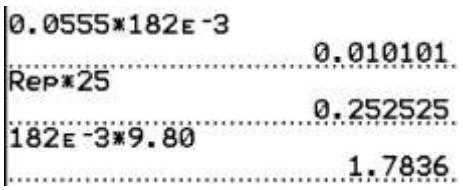
Q8. (0,5) Lorsque la vitesse du smartphone est nulle la valeur de la force de frottement est nulle et $a_z = -g$.
Or, d'après la modélisation : $a_z = 0{,}0555\times v^2 - 9{,}80$
Donc pour une vitesse nulle : $a_z = -9{,}80$ m·s^{-2} $= -g$
Ainsi : $g = 9{,}80$ m·s^{-2}.

Q9. (0,5) On reporte l'expression de la modélisation de a_z dans celle de f :
$f = m\cdot(a_z + g)$ avec g = 9,80 m.s^{-2} trouvé à la question précédente.
$f = m\cdot(0{,}0555\times v^2 - 9{,}80 + 9{,}80)$

$f = 0{,}0555\times m\cdot v^2$
f est bien de la forme : $f = k\cdot v^2$ avec $k = 0{,}0555\times m$.

Unités de k :
On a : $k = \frac{f}{v^2}$.
Une force s'exprime en newton N = kg·m·s^{-2} ($F = m\cdot a$)
donc k s'exprime $\frac{N}{\left(m\cdot s^{-1}\right)^2} = \frac{kg\cdot m\cdot s^{-2}}{m^2\cdot s^{-2}} = kg\cdot m^{-1}$.
Valeur de k :
$k = 0{,}0555\times m = 0{,}0555\times 182\times 10^{-3}$ kg·m^{-1} = $1{,}01\times 10^{-2}$ kg·m^{-1}.

Q10. (0,5) En fin de chute, lorsque la vitesse est maximale, on a graphiquement, sur la figure 4 $v^2 = 25$ m^2·s^{-2}.
$f = k\cdot v^2 = 1{,}01\times 10^{-2} \times 25 \approx 0{,}25$ N.
$P = m\cdot g = 182\times 10^{-3}\times 9{,}80 \approx 1{,}78$ N.



La force de frottement est nettement inférieure au poids du smartphone lors de la chute.
Elle n'est cependant pas négligeable face au poids.

Si vous remarquez une erreur, merci de nous écrire à labolycee@labolycee.org.

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.