Bac Général Physique-Chimie + SVT (Physique-chimie et Sciences de la vie et de la Terre)

SUJET D'EXAMEN (SESSION OFFICIELLE)

Physique-chimie - Session 2021

Sujet de l'examen national tel que publié pour la session indiquée. Source : sujets nationaux publiés par le ministère chargé de l'examen et les services académiques. Document mis à disposition par FormaV pour la révision.

Toutes les annales et leurs corrigés : https://bac-physique-svt.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2021

PHYSIQUE-CHIMIE

Jour 2

Durée de l'épreuve : **3 heures 30**

L'annexe 1 (page 15/16) est à rendre avec la copie
L'annexe 2 (page 16/16) est à rendre avec la copie si l'exercice C est choisi

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé..

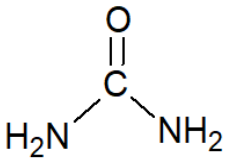
Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 16 pages numérotées de 1/16 à 16/16.

Le candidat traite 3 exercices : l'exercice 1 puis il choisit 2 exercices parmi les 3 proposés.

EXERCICE 1 commun à tous les candidats (10 points)

L'urée et la synthèse de l'acide barbiturique

L'urée est un solide blanc, soluble dans l'eau, qui se forme dans le foie par dégradation des acides aminés. L'urée est filtrée par les reins et éliminée de l'organisme par l'urine.



urée

L'urée peut servir à la synthèse de l'acide barbiturique nécessaire à l'élaboration des médicaments barbituriques. La **partie 1** est consacrée à l'étude de cette synthèse.

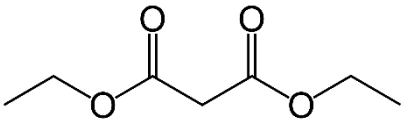
Par ailleurs, la connaissance du taux d'urée présente dans l'urine est une donnée importante pour suivre l'évolution de certaines pathologies. Dans la **partie 2** les caractéristiques cinétiques d'une étape-clé du dosage de l'urée sont étudiées.

Les deux parties sont indépendantes.

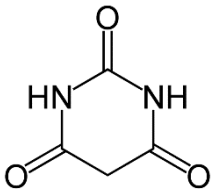
Partie 1 – Synthèse de l'acide barbiturique à partir de l'urée

L'acide barbiturique et plus généralement les barbituriques constituent un groupe de médicaments qui agissent sur le système nerveux.

De nos jours, l'acide barbiturique est synthétisé à partir d'urée et de malonate de diéthyle.



malonate de diéthyle



acide barbiturique

La synthèse de l'acide barbiturique est modélisée par la réaction (1) d'équation :

$$CH_4N_2O \quad + \quad C_7H_{12}O_4 \longrightarrow C_4H_4N_2O_3 \quad + \quad 2\,C_2H_6O \quad (\text{réaction 1})$$

urée — malonate de diéthyle — acide barbiturique — éthanol

Données à 25°C

	Urée	Malonate de diéthyle	Acide barbiturique	Ethanol
Aspect	Solide blanc	Liquide incolore	Solide blanc	Liquide incolore
Solubilité	Très soluble à chaud et à froid dans l'eau distillée	Très soluble à chaud et à froid dans l'eau distillée	Très soluble à chaud dans l'eau distillée et beaucoup moins à froid. Légèrement soluble dans l'éthanol.	Très soluble à chaud et à froid dans l'eau distillée
Masse molaire (en $g \cdot mol^{-1}$)	60,0	160,0	128,0	46,1
Masse volumique (en $g \cdot mL^{-1}$)	-	1,05	-	0,789

On note l'acide barbiturique HA et sa base conjuguée $\mathrm{A^-}$. En tant qu'espèce ionique, cette base conjuguée est soluble dans l'eau.
Le pK_A du couple acide/base de l'acide barbiturique a pour valeur $4{,}08$.

1. Écrire la formule semi-développée du malonate de diéthyle.

2. Sur la formule précédente, entourer le(s) groupe(s) caractéristique(s) du malonate de diéthyle et citer la (ou les) famille(s) fonctionnelle(s) correspondante(s).

Synthèse de l'acide balbiturique

L'acide barbiturique peut être synthétisé à partir de l'urée, en milieu fortement basique, selon le protocole suivant :

(a) Dans un ballon très sec, dissoudre à chaud $1{,}5\ \mathrm{g}$ d'urée ($0{,}025\ \mathrm{mol}$) et $0{,}5\ \mathrm{g}$ de sodium dans $10\ \mathrm{mL}$ d'éthanol, puis ajouter $6{,}5\ \mathrm{mL}$ de malonate de diéthyle.
(b) Réaliser un chauffage à reflux du mélange.
(c) Après chauffage et refroidissement, ajouter $10\ \mathrm{mL}$ d'acide chlorhydrique ($\mathrm{H_3O^+(aq)}, \mathrm{Cl^-(aq)}$) concentré. Laisser refroidir en plongeant le ballon dans un cristallisoir contenant de l'eau à $5°\mathrm{C}$: des cristaux blancs (légèrement jaunâtres) d'acide barbiturique apparaissent lentement.
Réaliser une filtration sous vide puis rincer les cristaux avec de l'eau glacée.
(d) Réaliser une purification par recristallisation ; pour cela, récupérer les cristaux dans un erlenmeyer, les dissoudre dans un minimum d'eau distillée bouillante et laisser refroidir lentement d'abord à l'air puis dans un bain eau-glace. Filtrer à nouveau, rincer à l'eau glacée, sécher les cristaux et les mettre à l'étuve sur un verre de montre taré.
(e) Peser les cristaux secs.

Après la mise en œuvre de ce protocole, la masse de produit recristallisé sec obtenu vaut $m_b = 2{,}6\ \mathrm{g}$.

3. Indiquer les deux intérêts du chauffage à reflux dans cette synthèse.

4. Justifier l'apparition de cristaux d'acide barbiturique lors de l'étape (c).

5. Montrer que l'urée est le réactif limitant de la synthèse.

6. Déterminer la masse théorique m_{bth} d'acide barbiturique que l'on pourrait obtenir si la synthèse était totale.

7. Exprimer puis calculer le rendement η de cette synthèse.
Proposer des explications pour rendre compte du fait que le rendement est inférieur à 100 %.
Proposer une stratégie pour l'augmenter.

Contrôle de la pureté en acide barbiturique du produit recristallisé

Afin de déterminer le degré de pureté du produit obtenu, on prépare une solution de volume $V = 100{,}0\ \mathrm{mL}$ de solution d'acide barbiturique par dissolution de $1{,}00\ \mathrm{g}$ de produit recristallisé obtenu à l'aide de la synthèse précédente.
On procède ensuite au titrage de $100{,}0\ \mathrm{mL}$ de solution d'acide barbiturique préparée par une solution d'hydroxyde de sodium ($\mathrm{Na^+(aq)}$, $\mathrm{HO^-(aq)}$) de concentration $C_B = 5{,}00 \times 10^{-1}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$. On suit le titrage par pH-mètrie. On obtient la représentation graphique reproduite sur la **figure 1 (page 4/16)**.

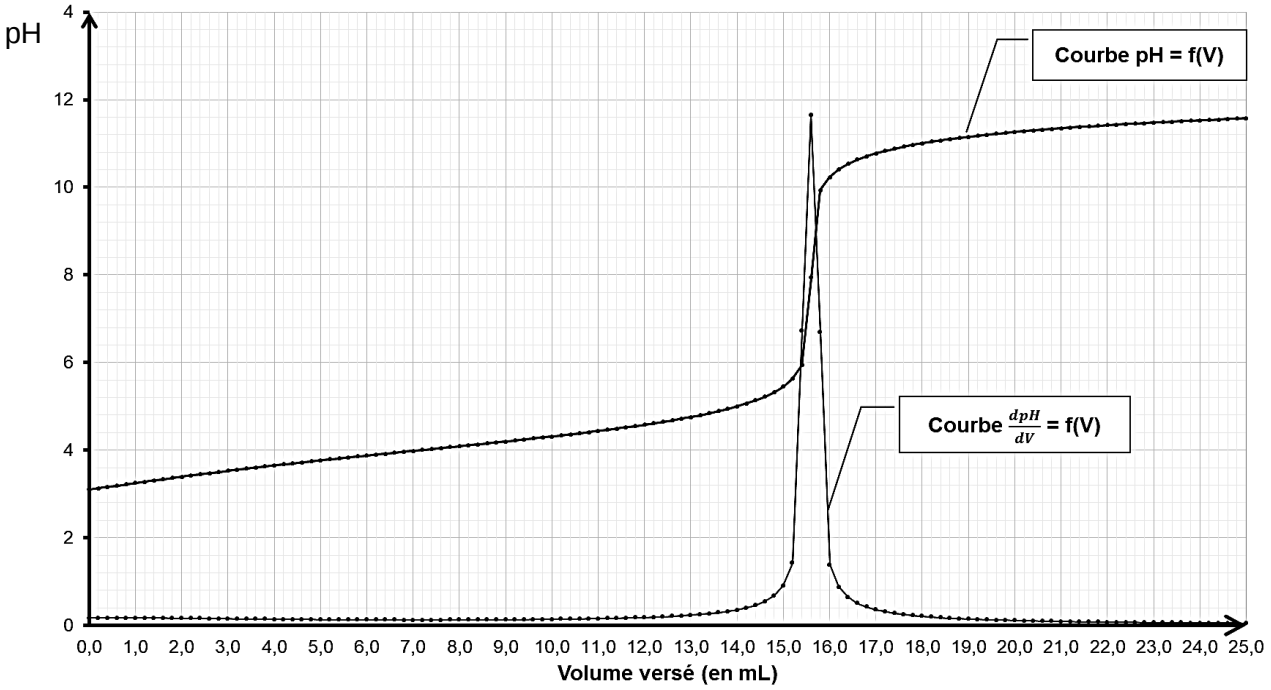


figure 1 : évolution du pH de la solution en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium versé

8. En utilisant la notation $\mathrm{HA(aq)}$ pour l'acide barbiturique en solution aqueuse et les résultats expérimentaux, écrire l'équation de la réaction support du titrage.

9. Schématiser et légender le montage permettant de réaliser le titrage de l'acide barbiturique par la solution d'hydroxyde de sodium.

10. Rappeler la définition de l'équivalence d'un titrage.

11. À partir des résultats du titrage, déterminer la masse en acide barbiturique présente dans $1{,}00\ \mathrm{g}$ de solide recristallisé.

12. Préciser si la recristallisation a été satisfaisante. Justifier.

Partie 2 – Étude de la cinétique de l'hydrolyse de l'urée

Dans le cadre d'un suivi médical, il peut être nécessaire de contrôler la teneur en urée dans les urines. Une méthode pour réaliser ce dosage consiste à procéder, dans un premier temps, à l'hydrolyse de l'urée en ions ammonium et carbonate. Ce sont les ions ammonium formés qui, par la suite, font l'objet d'une analyse en vue de remonter à la concentration initiale en urée.

Dans ce processus de dosage, l'hydrolyse de l'urée est une transformation lente. Une étude expérimentale est conduite pour établir les caractéristiques cinétiques de cette transformation et la manière de l'optimiser.

Pour simplifier l'étude, l'hydrolyse de l'urée est modélisée par la réaction (2) d'équation :

$$\mathrm{CH_4N_2O(aq) + 2\ H_2O(}l\mathrm{) \rightarrow 2\ NH_4^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)} \quad \text{(réaction 2)}$$

L'eau est en large excès.

On suit l'évolution, au cours du temps, de la concentration en quantité de matière de l'urée, $[\text{urée}]_t$, dans une solution aqueuse diluée et maintenue à la température constante de $37\ °\text{C}$.

Les mesures et leurs exploitations ont permis de tracer les **représentations en figures 2 et 3 en annexe page 15/16 à RENDRE AVEC LA COPIE.**

13. D'après les résultats expérimentaux, indiquer si l'hydrolyse de l'urée est une transformation totale ou non. Justifier.

14. Indiquer de même si cette transformation est rapide ou lente.

15. Déterminer la concentration initiale en urée $[\text{urée}]_0$ et estimer la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$. Expliquer la démarche.

16. Discuter la possibilité de mettre en œuvre le dosage de l'urée décrit en introduction de la **partie 2** compte tenu des caractéristiques d'évolution temporelle de l'hydrolyse de l'urée.

Pour affiner la caractérisation de la cinétique de cette transformation, on cherche à identifier sa loi de vitesse.

17. Définir la vitesse volumique de disparition de l'urée en fonction de la concentration en urée, $[\text{urée}]_t$.

18. Montrer que les résultats expérimentaux sont compatibles avec une loi de vitesse d'ordre 1 pour l'évolution de la vitesse volumique de disparition de l'urée. Justifier.

19. On note k la constante de vitesse de cette loi. Déterminer la valeur de k.

L'hydrolyse peut être réalisée en présence d'une enzyme : l'uréase.
Les résultats de deux expériences d'hydrolyse de l'urée sont regroupés dans le tableau suivant.

Expérience	Température en K	Constante de vitesse k en j^{-1} (avec j = jour)
Sans l'enzyme uréase	310	$2{,}2 \times 10^{-3}$
Avec l'enzyme uréase	310	$8{,}0 \times 10^{9}$

Lorsque l'évolution temporelle de la concentration suit une loi cinétique d'ordre 1, $t_{1/2}$ et k sont reliés par la relation :

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

20. Sachant que l'on récupère la totalité de l'uréase à la fin de l'hydrolyse, indiquer son rôle lors de cette hydrolyse.

21. Comparer les échelles de temps relatives à l'hydrolyse de l'urée avec et sans uréase. Conclure quant à l'optimisation recherchée pour l'hydrolyse de l'urée.

EXERCICES au choix du candidat (5 points)

Vous indiquerez sur votre copie **les 2 exercices choisis** : exercice A ou exercice B ou exercice C

Exercice A : Cave à vin (5 points)

***Mots-clés** : premier principe et loi phénoménologique de Newton, intensité sonore, atténuation.*



Cave à vin
Photo Wikipédia

Déguster un vin à la bonne température est essentiel pour pouvoir en apprécier les saveurs gustatives et odorantes : un vin trop tiède n'est pas agréable ; un vin trop froid voit ses arômes masqués par l'alcool. Pour pouvoir servir les vins à la bonne température, on utilise des caves à vin.

On s'intéresse à une bouteille de vin rouge léger dont la température idéale de service est de $13°\,\mathrm{C}$. Initialement, cette bouteille et son contenu sont à une température voisine de $22°\,\mathrm{C}$. On place cette bouteille dans la cave à vin afin d'optimiser sa dégustation.

L'air à l'intérieur de la cave à vin joue le rôle d'un thermostat. Sa température T_{air} demeure constante et égale à $13\,°\mathrm{C}$.

Dans cet exercice, on cherche à déterminer la durée nécessaire pour que la température du vin atteigne la valeur souhaitée de $13\,°\mathrm{C}$ (**partie 1**). On étudie ensuite la gêne sonore pouvant être occasionnée par une cave à vin dans un restaurant (**partie 2**).

Les deux parties sont indépendantes.

Partie 1 – Evolution de la température - Durée du refroidissement

On s'intéresse à l'évolution de la température T du système {vin + bouteille} placé dans le thermostat.
Le système {vin + bouteille} est immobile. L'air de la cave à vin est ventilé.
On désigne par Q le transfert thermique entre l'air et le système, et par Φ le flux thermique correspondant, c'est-à-dire le transfert thermique par unité de temps.
Le transfert thermique et le flux thermique sont comptés positivement si le transfert thermique a lieu de l'air vers le système.
On fait l'hypothèse que le flux thermique Φ vérifie la loi phénoménologique de Newton.

Loi phénoménologique de Newton

Lorsqu'un système incompressible de température T est placé dans un fluide en écoulement à la température T_a , il s'établit un flux thermique entre le thermostat et le système proportionnel à l'écart de température $(T - T_a)$.

On peut alors écrire : $\Phi = -h \times S \times (T - T_a)$

- S est la surface d'échange entre le système et le thermostat (en m^2) ;
- h est le coefficient d'échange convectif (en $\mathrm{W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}}$).

Données

- Surface d'échange entre la bouteille et l'air : $S = 4{,}66 \times 10^{-2}\ \mathrm{m}^2$
- Coefficient d'échange convectif : $h = 10\ \mathrm{W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}}$
- Capacité thermique du système {vin + bouteille} : $C = 3{,}25\ \mathrm{kJ \cdot K^{-1}}$
- $T(K) = \theta(°C) + 273$

1. À l'aide du premier principe de la thermodynamique, relier la variation d'énergie interne ΔU du système {vin + bouteille} au transfert thermique Q entre l'air et le système.

2. Exprimer le transfert thermique Q pendant une durée très petite Δt en fonction du flux thermique Φ supposé constant pendant cette durée et de Δt. Rappeler les unités, dans le système international, des grandeurs intervenant dans cette expression.

La variation d'énergie interne d'un système incompressible au repos dont la température varie de ΔT est donnée par la relation $\Delta U = C \times \Delta T$ (C est la capacité thermique du système).

3. Exprimer le flux thermique Φ en fonction de la capacité thermique C du système supposé incompressible, de sa variation de température ΔT et de la durée Δt.

4. En utilisant la loi phénoménologique de Newton, et en faisant tendre Δt vers 0, vérifier que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la température T s'écrit :

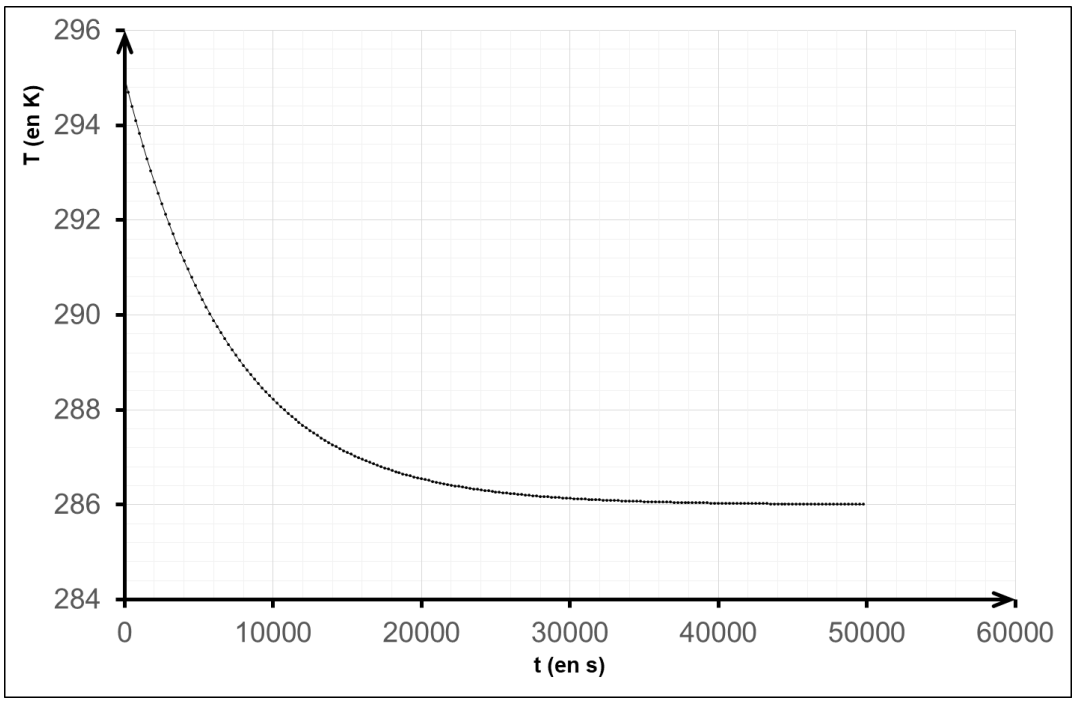
$$\frac{dT}{dt} = -\frac{1}{\tau}(T - T_{air})$$

En déduire l'expression et l'unité de τ.

Le modèle d'évolution temporelle de la température du système {vin + bouteille}, solution de l'équation différentielle, est le suivant :

$$T(t) = (T_0 - T_{air})\, e^{-\frac{t}{\tau}} + T_{air}$$

Cette évolution temporelle de la température $T(t)$ est représentée ci-dessous :



5. Retrouver à l'aide des résultats de la modélisation les valeurs de T_0 et de T_{air}.

6. Estimer graphiquement au bout de combien de temps le vin pourra être servi à la température souhaitée (à $0{,}5$ degré près).

Partie 2 – Cave à vin et niveau d'intensité sonore

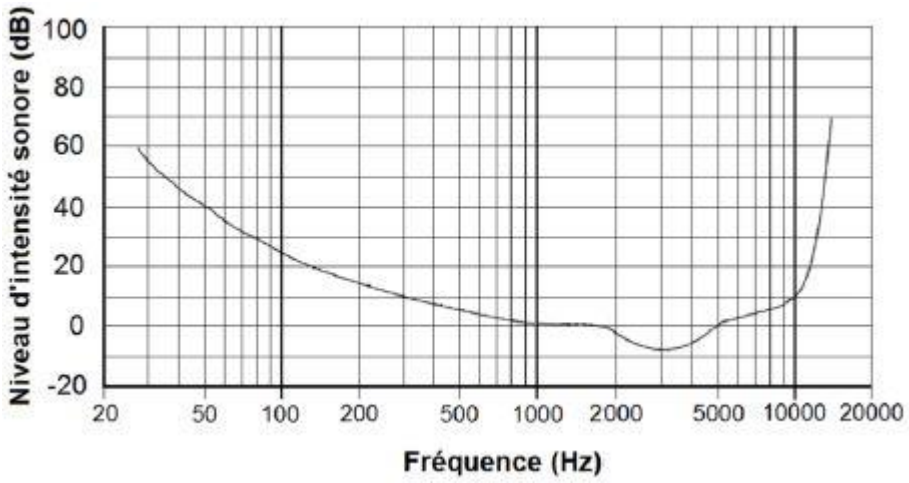
Le niveau d'intensité sonore moyen d'une cave à vin est de $42\ \mathrm{dB}$ à environ $1{,}0\ \mathrm{m}$ avec une fréquence sonore voisine de $200\ \mathrm{Hz}$. Un restaurateur a besoin de deux caves à vin dans un même local fermé, à proximité de la salle qui accueille les clients. Il cherche à savoir si des clients assis juste derrière la cloison, à $1{,}0\ \mathrm{m}$ des caves à vin, sont susceptibles de les entendre.

Données

- Niveau d'intensité sonore L en décibel :

$$L = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right) \qquad \text{avec} \qquad I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ W \cdot m^{-2}$$

- Seuil d'audibilité en fonction de la fréquence : le graphique suivant indique les valeurs minimales de niveau d'intensité sonore audible en fonction de la fréquence.



- Atténuation par absorption : l'atténuation par absorption pour les bruits aériens, notée A, correspond à la différence entre le niveau d'intensité sonore L_i du son incident sur un obstacle et le niveau d'intensité sonore L_t du son transmis. Elle varie avec la fréquence. Pour les cloisons du restaurant, les caractéristiques d'atténuation sonore sont données ci-dessous :

f (en **Hz**)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
A (en **dB**)	29	32	28	25	29	33	36	38	41

7. Montrer que le niveau sonore total émis par les deux caves à vin, à $1{,}0\ \mathrm{m}$ de celle-ci sans la cloison serait de $45\ \mathrm{dB}$.

8. Le signal sonore émis par les deux caves serait-il audible par les clients placés derrière la cloison ? Justifier.

Exercice B : « Water bottle flip » (5 points)

Mots-clés *: mouvement dans un champ de pesanteur uniforme, lois de Newton, langage Python.*

Le « water bottle flip » est un jeu d'adresse consistant à lancer une bouteille plastique partiellement remplie d'eau afin qu'elle se pose verticalement sur sa base sur une table placée à proximité. Il faut beaucoup s'entraîner pour réussir un « water bottle flip ». Initialement, la bouteille n'est tenue que par son col. Le mouvement ascendant du bras communique la vitesse juste suffisante à la bouteille. Tandis qu'elle monte puis redescend, celle-ci tourne sur elle-même.

Quelques photos successives tirées d'une vidéo montrant un lancer réussi.


(a)


(b)


(c)


(d)


(e)


(f)


(g)


(h)


(i)


(j)

Dans cet exercice, on se propose d'étudier le mouvement du centre de masse de la bouteille.

Le système considéré est l'ensemble {bouteille + eau} de masse $m = 162\ \mathrm{g}$ dont on étudie le mouvement du centre de masse, noté G.

Le système évolue dans le champ de pesanteur terrestre $\vec{g}$ uniforme.

On fait l'hypothèse que l'action de l'air est négligeable.

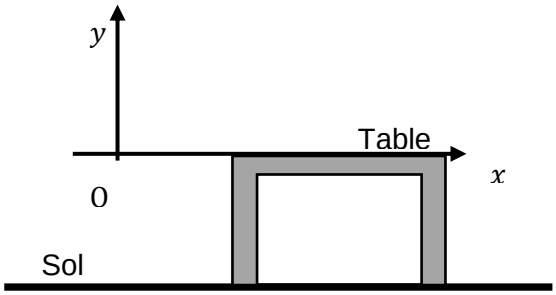
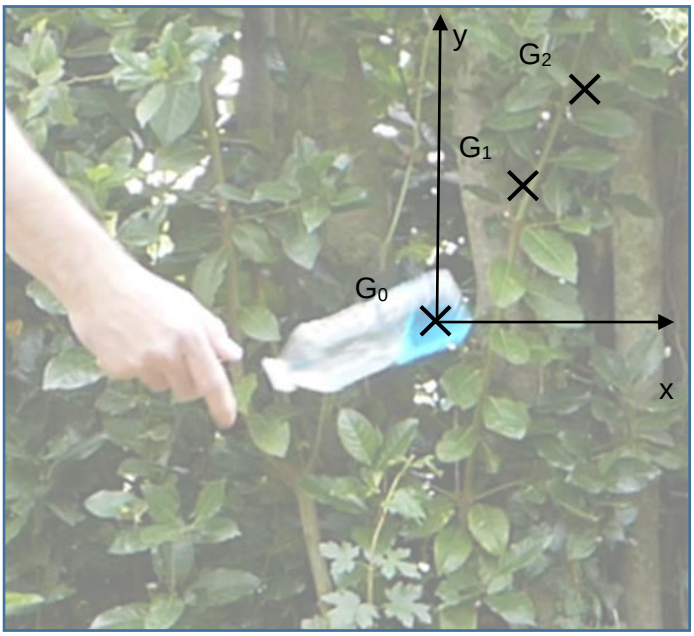


figure 1

Le mouvement est étudié dans le système d'axes (Oxy) (Cf. **figure 1**).

À la date $t = 0\ \text{s}$, le centre de masse G est placé à l'origine du repère O et sa vitesse initiale, notée $\overrightarrow{v_0}$, a une direction faisant un angle α avec l'axe horizontal (Ox).

Recherche des conditions initiales sur la vitesse



Grâce à la vidéo montrant un lancer réussi, on a pu pointer la position du centre de masse G à différents instants.

Sur la **figure 2**, la durée entre deux positions successives est $\tau = 40\ \text{ms}$.

L'échelle est donnée par la bouteille dont la hauteur est $18{,}8\ \text{cm}$.

figure 2 : chronophotographie du mouvement du centre de masse G lors du « water bottle flip » réussi.

1. Représenter sur la copie, sans souci d'échelle, le système d'axes (Oxy), le vecteur $\overrightarrow{v_0}$, l'angle α ainsi que les coordonnées v_{0x} et v_{0y} et l'allure de la trajectoire du centre de masse de la bouteille.
2. À partir des données expérimentales fournies et de la figure 2, vérifier que la valeur expérimentale v_0 du vecteur vitesse initial $\overrightarrow{v_0}$ est proche de $3{,}6\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.
3. Proposer une méthode permettant de déterminer expérimentalement la valeur de l'angle α.

Modélisation du déplacement du centre de masse

4. En précisant la loi utilisée, donner les expressions des coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}$ du centre de masse : $a_x(t)$ et $a_y(t)$.

5. En déduire les expressions des coordonnées $v_x(t)$ et $v_y(t)$ du vecteur vitesse du centre de masse et montrer que les équations horaires du mouvement sont :

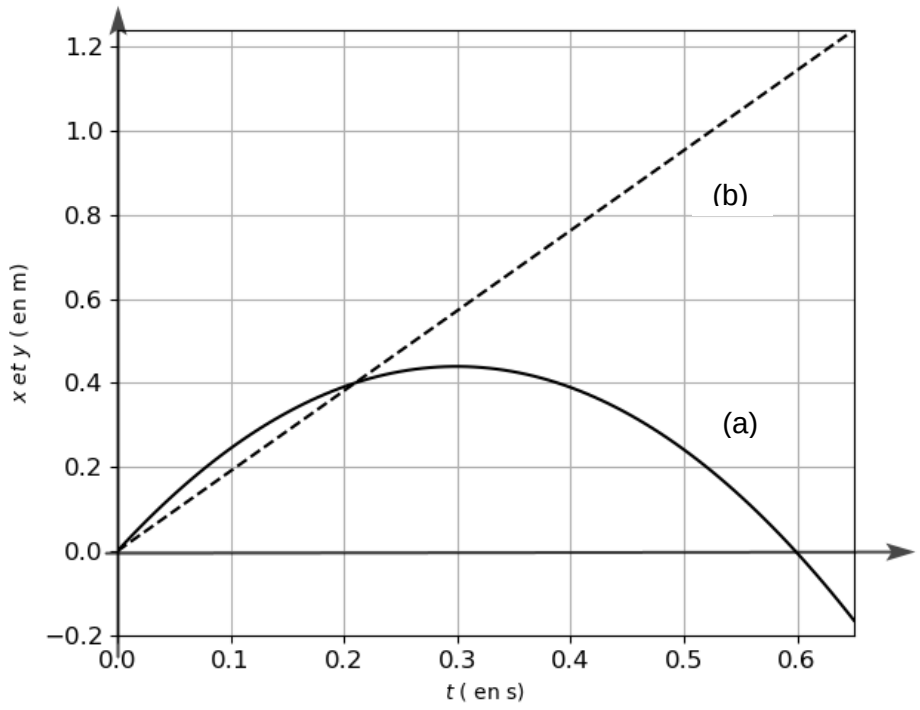
$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\dfrac{1}{2}\, g \times t^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t \end{cases}$$

Pour déterminer la distance à laquelle tombe la bouteille par rapport au point O, on crée un programme en langage python dont un extrait est présenté ci-dessous. Ce programme utilise les équations horaires modélisant le déplacement du centre de masse et les valeurs expérimentales :

$v_0 = 3{,}6\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ $\quad \alpha = 59\ °$ $\quad g = 9{,}81\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

```
5.  g = 9.81   # Intensité du champ de pesanteur en m /s²
6.
7.  v0 = float(input('valeur de la vitesse initiale(en m/s) : v0 = ')
8.  alpha = float(input('valeur de l'angle de tir(en degré) : alpha = ')
9.
10. # Tracé des courbes horaires
11.
12. t=np.linspace(0,0.65,100)
13. for i in t :
14.     x = v0*cos(alpha*pi/180)*t       #calcul de x à la date t
15.     y = -0.5*g*t**2+ [          ]*t    #calcul de y à la date t
16.
17. plt.plot(t,x,'k--',label='x en fonction de t')
18. plt.plot(t,y,'k',label='y en fonction de t')
19.
```

L'exécution de ce programme permet d'obtenir le graphique ci-dessous qui modélise l'évolution des coordonnées (x, y), exprimées en mètre, du point G au cours du temps.



6. Associer chacun de ces tracés à $x(t)$ et $y(t)$.

7. Préciser ce qui est caché par le rectangle gris dans la ligne 15 du programme (expression ou valeur).

On estime que le centre de masse G se trouve à une hauteur voisine de $2\ \text{cm}$ du fond de la bouteille lorsque celle-ci se pose sur la table.

8. Estimer la durée du mouvement de la bouteille obtenue par la modélisation.

La durée du mouvement de la bouteille lors de la réalisation de ce « water bottle flip » a été mesurée. On a obtenu $\Delta t = (0{,}50 \pm 0{,}05)\ s$.

9. Proposer au moins une explication permettant de rendre compte de l'écart entre cette durée réelle et la durée obtenue par la modélisation**.**

10. À l'aide du modèle, déterminer la distance à laquelle la bouteille tombe sur la table par rapport à l'origine du repère. Indiquer ce qu'il est possible de prévoir pour la distance réelle.

Exercice C : une lunette d'amateur pour voir des étoiles doubles (5 points)

***Mots-clés** : étude d'une lunette commerciale à partir d'un modèle, constructions graphiques, grossissement.*

La notice d'une lunette astronomique commerciale pour amateur porte les indications suivantes :

- Lunette afocale
- Livrée avec deux oculaires de focales $6\ \text{mm}$ et $12\ \text{mm}$
- Grossissement jusqu'à 100x
- Longueur totale $56\ \text{cm}$.

La valeur de la distance focale de l'objectif n'est pas précisée dans la notice.

On se propose de vérifier la cohérence de ces indications entre elles à l'aide d'une modélisation puis d'utiliser cette lunette commerciale pour encadrer la valeur de l'angle sous lequel se présente un système d'étoile double.

On modélise la lunette du commerce par deux lentilles minces convergentes (L_1) et (L_2) conformément au schéma en **ANNEXE 2 page 16 / 16 à RENDRE AVEC LA COPIE.**

- L'objectif est modélisé par une lentille (L_1) convergente de centre optique O_1 et de distance focale f_1'.
- L'oculaire est modélisé par une lentille convergente (L_2) de centre optique O_2, et de distance focale f_2'.

Le schéma n'est pas à l'échelle. Les lentilles (L_1) et (L_2) sont positionnées pour rendre le système afocal.
On rappelle que pour un petit angle α exprimé en radians $\tan\alpha \simeq \alpha$.

Estimation de la valeur de la distance focale de l'objectif commercial à l'aide de la lunette modélisée

Un système optique est dit afocal s'il donne d'un objet à l'infini une image à l'infini.

1. En s'appuyant sur le **schéma en ANNEXE 2 page 16 / 16 à RENDRE AVEC LA COPIE**, justifier que la lunette modélisée est bien afocale.

2. Exprimer la distance O_1O_2 en fonction des distances focales f_1' et f_2' pour cette lunette afocale.

3. À l'aide des indications commerciales, et en se basant sur le modèle étudié, montrer que la valeur de la distance focale de l'objectif de la lunette commerciale est de l'ordre de $55\ \text{cm}$.

Estimation de la valeur du grossissement commercial

L'objet observé supposée à l'infini, est représenté sur le **schéma en ANNEXE 2 page 16 / 16 à RENDRE AVEC LA COPIE** par $\text{A}_\infty\text{B}_\infty$ (A_∞ étant sur l'axe optique). Un rayon lumineux issu de B_∞ est également représenté.

4. Sur le **schéma en ANNEXE 2 page 16 / 16 à RENDRE AVEC LA COPIE**, construire l'image A_1B_1 de l'objet $\text{A}_\infty\text{B}_\infty$, donnée par l'objectif.

On désigne par α le diamètre apparent de l'objet, c'est-à-dire l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu. On a représenté α sur le schéma de l'annexe.

5. Exprimer $\tan\alpha$ en fonction de f_1' et A_1B_1.

L'oculaire (L_2) permet d'obtenir une image définitive $A'B'$ perçue par l'œil sous un angle α'.

6. Sur le **schéma en ANNEXE 2 page 16 / 16 à RENDRE AVEC LA COPIE**, construire la marche d'un rayon lumineux incident issu de B_1 émergent de la lentille (L_2).

7. Positionner α' sur le schéma et exprimer $\tan\alpha'$ en fonction de f_2' et A_1B_1.

8. Rappeler la définition du grossissement G de la lunette et l'exprimer en fonction des distances focales f_1' et f_2'.

9. Justifier l'intérêt d'utiliser des lentilles telles que $f_2' \ll f_1'$.

10. Compte tenu de la valeur de la distance focale de l'objectif de la lunette commerciale estimée à la question **3**, discuter de la cohérence de l'indication « Grossissement jusqu'à $100\times$ » et préciser si d'autres valeurs du grossissement sont également possibles pour cette lunette commerciale.

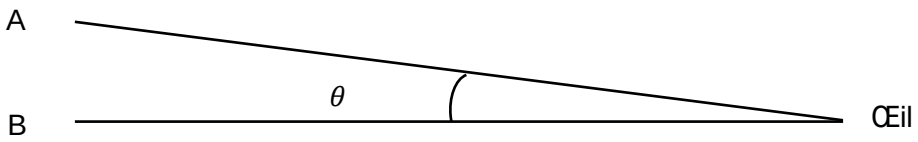
Observation d'étoiles doubles



Système d'étoiles doubles photographiées à l'aide d'un télescope

Certaines étoiles apparaissent si proches l'une de l'autre qu'il est souvent impossible de les distinguer à l'œil nu pour un observateur sur Terre.

Données :



L'œil humain ne peut distinguer deux points A et B que si l'angle θ sous lequel sont vus les deux points est supérieur à $3{,}0\times10^{-4}$ rad.

On observe un système d'étoiles doubles à travers la lunette commerciale. Avec l'un des deux oculaires fournis, on observe un point lumineux unique tandis qu'avec l'autre on observe deux points lumineux.

11. Préciser les oculaires utilisés pour chaque observation et donner un encadrement de l'angle α sous lequel se présentent les deux étoiles à l'œil nu.

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

ANNEXE 1 relative à l'exercice 1 à RENDRE AVEC LA COPIE

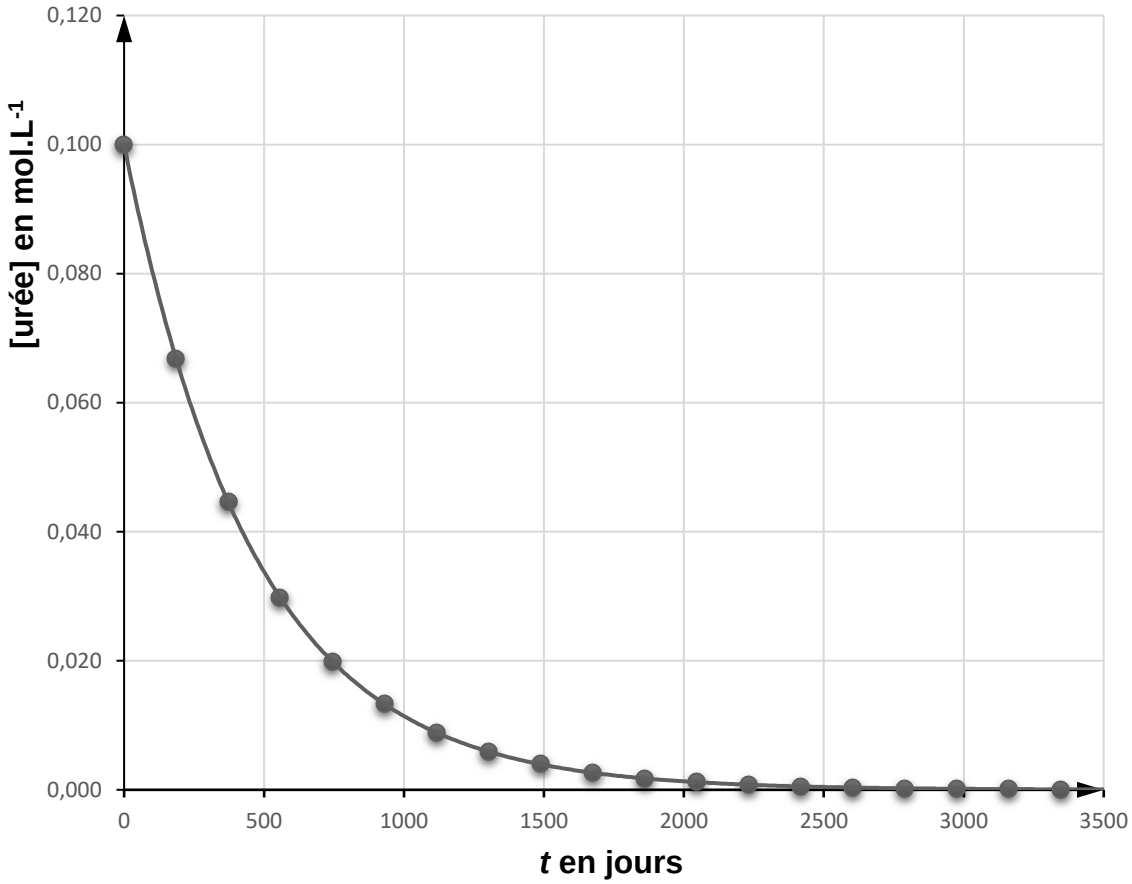


figure 2 : évolution temporelle de la concentration en urée, $[\mathbf{ur\acute{e}e}]_t$

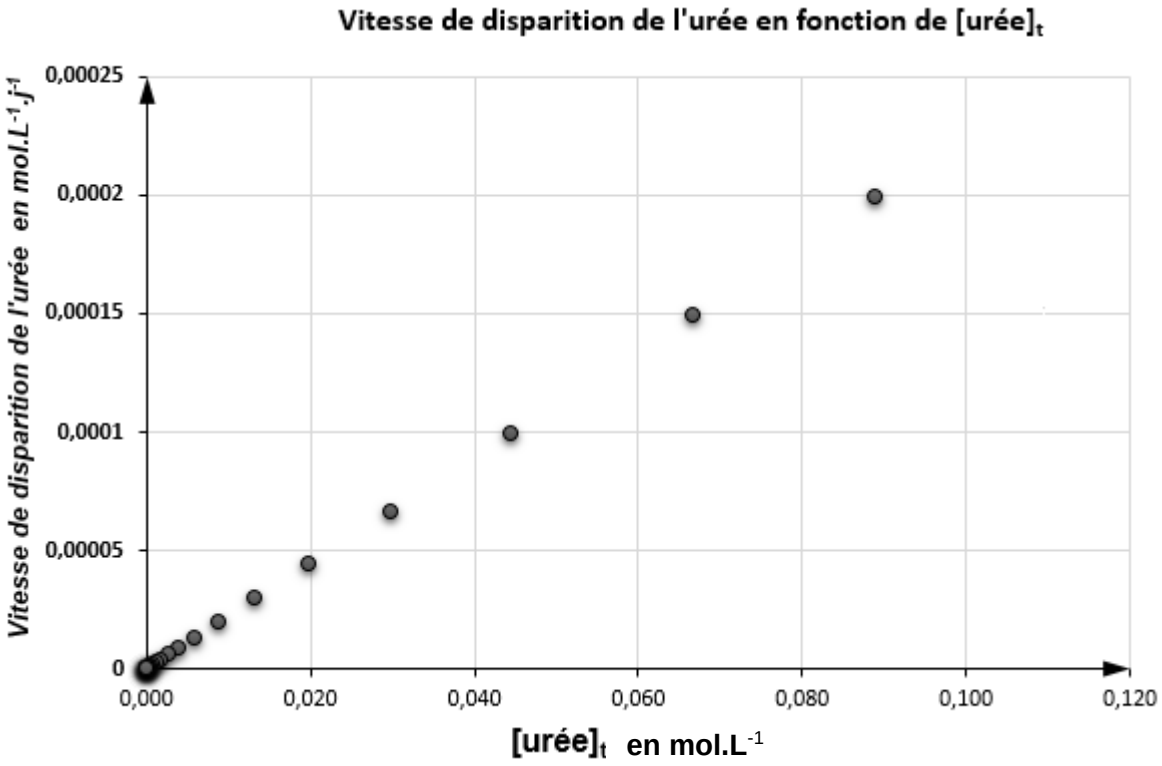


figure 3 : évolution de la vitesse volumique de disparition de l'urée en fonction de la concentration en urée, $[\text{urée}]_t$

Modèle CMEN-DOC v3 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

ANNEXE 2 relative à l'exercice C à RENDRE AVEC LA COPIE



Annexe relative à l'exercice C à rendre avec la copie

Page 16/16

Modèle CMEN-DOC v3 A4 ©NEOPTEC

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)