

Physique - Chimie

DEVOIR SUR TABLE N° 2

L'épreuve a été conçue pour être traitée sans calculatrice.

L'usage des calculatrices est rigoureusement interdit.

TOUT DOCUMENT INTERDIT.

Les résultats numériques doivent être précédés d'un **calcul littéral**.

La présentation et la rédaction font partie du sujet et interviennent dans la notation.

L'épreuve est **notée sur 16 points** auxquels s'ajouteront les points d'épreuve pratique sur 4 points.

I] Systèmes optiques. (sur 4,0 points)

A] Distance focale inconnue.

On dispose d'une lentille convergente de 8,00 cm de diamètre et de distance focale f' inconnue. On cherche à déterminer cette distance focale.

1. Décrire une méthode simple, n'utilisant qu'une règle graduée, permettant d'obtenir une valeur approchée de la distance focale f' de la lentille utilisée.

2. On se propose de faire une mesure plus précise de f' . Pour cela, on place sur un banc d'optique :

- un objet **AB** de 1,00 cm de hauteur, en face de la graduation 0 du banc, le point **A** étant sur l'axe optique de la lentille ;
- un écran en face de la graduation 85,0 cm du banc.

On place ensuite la lentille sur le banc entre l'objet **AB** et l'écran.

Pour une position particulière de la lentille, on observe sur l'écran une image nette, renversée, de 3,00 cm de hauteur. Sur un schéma, tracé sur le papier millimétré fourni en ANNEXE page 3, à l'échelle 1 / 5 horizontalement et 1 / 1 verticalement, représenter l'objet **AB** et l'image **A'B'**.

3. Montrer, à l'aide d'une construction géométrique réalisée sur le schéma précédent, que les données permettent de déterminer la position du centre optique et des foyers de la lentille. *Justifier le tracé réalisé.*

Déduire, par lecture sur le schéma, la distance focale f' de la lentille et la valeur de $\overline{OA'}$.

4. À l'aide de la relation de grandissement et d'une relation de Chasles ($\overline{OA'} = \overline{OA} + \overline{AA'}$), retrouver, par le calcul, la valeur de $\overline{OA'}$.

5. En utilisant la relation de conjugaison des lentilles, retrouver, par le calcul, la valeur de f' .

B] Œil myope.

Un œil myope a un cristallin trop convergent : lorsqu'il regarde un objet à l'infini, l'image se forme à 0,500 mm devant la rétine, laquelle se trouve à 15,2 mm du cristallin. Pour l'œil sans défaut optique, en revanche, l'image se forme sur la rétine pour tout objet placé entre 25,0 cm et l'infini, qui est l'ensemble des positions d'objet que peut voir cet œil.

1. Calculer la distance focale du cristallin de l'œil myope au repos.
2. En déduire la vergence correspondante. *Est-elle minimale ou maximale pour cet œil myope ? Justifier.*
3. Quelle est la vergence du cristallin lorsque l'œil myope observe un objet à 25,0 cm, l'image étant formée sur la rétine ?

II] Synthèse des couleurs. (sur 2,0 points)

Une lumière blanche, obtenue à l'aide de trois spots lumineux respectivement rouge (700 nm), vert (546,1 nm) et bleu (435,8 nm) traverse un filtre coloré. Remplir le tableau suivant, en fonction de la nature du filtre utilisé. *On justifiera les réponses.*

Filtre utilisé	Couleurs des radiations absorbées	Couleur transmise perçue
Aucun		
Cyan		
Magenta		
Jaune		
Rouge		
Bleu		
Vert		
Cyan + Magenta + Jaune		

III] Loi de Wien. (sur 2,0 points)

1. Énoncer la loi de Wien. On précisera l'unité de la constante de Wien.
2. Tracer l'allure de la courbe de l'intensité lumineuse : $I = f(\lambda)$ du rayonnement d'un corps noir chauffé à la température T .
3. Quelle est la température d'un corps noir dont la longueur d'onde d'émission lumineuse maximale se situe à $0,30 \mu\text{m}$?
4. Dans quel domaine de longueurs d'onde se situe le maximum d'énergie rayonnée par le corps humain, de température : $\theta = 37^\circ\text{C}$?

On donne : constante de Wien : $\sigma_{\text{Wien}} \cong 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ uSl}$.

IV] Lumières d'étoiles. (sur 3,5 points)

Voici un extrait du livre du célèbre astrophysicien André Brahic, « *Lumières d'étoiles* » - Éditions Odile Jacob.

« On dit que la lumière blanche possède un spectre continu. C'est le cas de la lumière émise par un corps chaud qui contient toutes les couleurs à des doses différentes. Plus la température est forte, plus la couleur dominante se déplace des micro-ondes vers les X. Mais les astronomes ont remarqué dès le XVIII^e siècle la présence de fines bandes noires dans la lumière solaire. Il manque des couleurs très précises et spécifiques, comme si elles ne nous étaient pas parvenues. Après quelques tâtonnements, ils ont compris que ces raies sombres trahissaient la présence d'éléments chimiques sur le trajet des rayons lumineux. Joseph Von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière et à les attribuer à un phénomène d'absorption par un gaz situé entre la source d'émission et l'observateur. [...]

Pour résoudre ce problème, il faut faire appel à la nature ondulatoire de l'électron et ranger « l'électron-onde » autour du noyau comme un livre sur l'étagère d'une bibliothèque. Chaque étage correspond à une énergie spécifique pour laquelle l'électron est stable. Un livre ne peut pas être entre deux étagères, sinon il tombe, de même les électrons peuvent avoir certaines énergies bien définies, mais ils ne peuvent pas se trouver dans un état intermédiaire. Pour passer d'un niveau à un autre plus élevé, un électron absorbe un photon lumineux qui lui apporte l'énergie supplémentaire dont il a besoin pour « grimper » sur une autre étagère. Inversement, quand il « redescend », il rend cette énergie sous forme d'un photon. Chaque atome est unique et caractéristique. On peut donc à distance reconnaître la présence d'un atome aux couleurs des photons qu'il émet ou absorbe lorsque ses électrons changent d' « étagère ». ».

1. D'après le texte : « Plus la température est forte, plus la couleur dominante se déplace du micro-ondes vers les X ». Justifier cette affirmation.

On donne : $\nu_{\text{micro-ondes}} = 3,00 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$; $\nu_X = 3,00 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$.

2. D'après le texte : « Joseph Von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière ».

Voici un extrait du spectre qu'il a observé, où l'on peut noter des raies noires sur un fond coloré continu, raies dites « de Fraunhofer » et nommées : **A, B, C, D, E, F₁, F₂, G, H et I.**

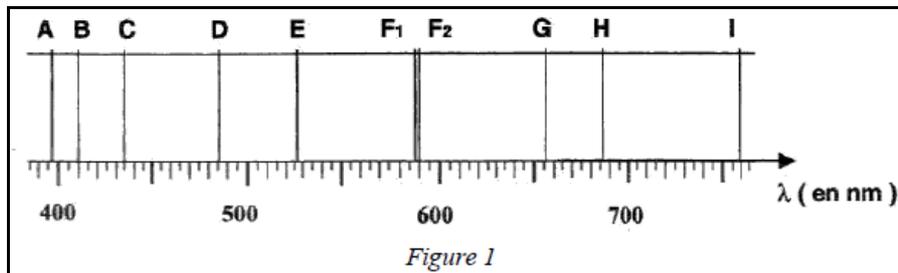


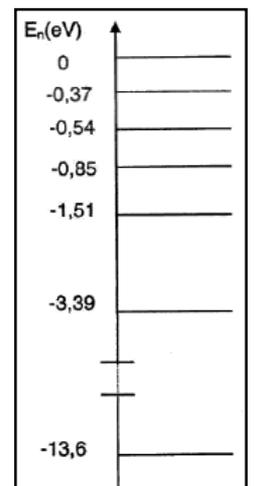
Figure 1

Les raies observées ci-dessus sont-elles des raies d'émission ou des raies d'absorption ? Justifier la réponse.

3. On donne ci-contre le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.
 - 3.1. Quel est le niveau d'énergie de l'état fondamental de l'atome d'hydrogène ?
 - 3.2. Calculer la variation d'énergie lorsque l'atome d'hydrogène passe de : $E_{\text{initiale}} = -0,37 \text{ eV}$ à : $E_{\text{finale}} = -3,39 \text{ eV}$. On exprimera le résultat en joule avec 2,0 chiffres significatifs.
 - 3.3. Sur le diagramme ci-contre, représenter cette transition par une flèche.
 - 3.4. En déduire la longueur d'onde dans le vide du photon correspondant à cette variation d'énergie.
 - 3.5. Donner le nom de la radiation du spectre de la Figure 1 correspondant à cette transition.

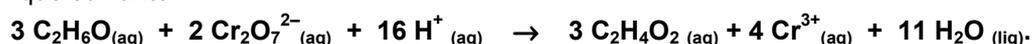
On donne : $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Aide aux calculs : $6,60 \cong 1,37 \times 4,80$.



V] Taux d'alcoolémie. (sur 4,5 points)

Pour mesurer la quantité d'alcool (éthanol, de formule brute $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) dans le sang, on réalise un prélèvement, puis on décolore le sang. On détermine alors la quantité d'alcool présent dans le sang à partir de la réaction chimique modélisée par l'équation chimique suivante :



1. En analysant les données, montrer que le milieu réactionnel change de couleur. Justifier la réponse.

On mélange un volume $V_1 = 2,00$ mL de sang décoloré avec un volume $V_2 = 10,0$ mL d'une solution aqueuse acidifiée de dichromate de potassium ($2 K^+ + Cr_2O_7^{2-}$) de concentration molaire en soluté apporté : $C_{\text{dichrom}} = 2,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le volume total du mélange réactionnel est : $V = V_1 + V_2 = 12,0$ mL et les ions $H^+_{(aq)}$ sont en large excès.

On agite et on place rapidement un prélèvement du mélange réactionnel dans une cuve du spectrophotomètre.

2. Construire le tableau d'évolution de la transformation étudiée, en notant n_0 la quantité de matière initiale d'alcool présent dans les 2,00 mL de sang et n_2 la quantité de matière initiale en ions dichromate introduits dans le mélange réactionnel.

3. Calculer la valeur de n_2 .

4. On détermine par spectrophotométrie une valeur de l'avancement maximal x_{max} de la réaction : $x_{\text{max}} = 4,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$.
Quel est le réactif limitant de la réaction ?

5. Calculer la quantité de matière n_0 d'éthanol, puis la masse m_0 d'éthanol, présent dans 2,00 mL de sang du conducteur.

6. La personne testée a-t-elle dépassé la taux légal d'alcoolémie de 0,500 g par litre de sang ?

On donne : Masse molaire moléculaire de l'éthanol : $M_{\text{éth}} = 46 \text{ g.mol}^{-1}$. Volume sanguin : $V_{\text{sang}} = 5,00 \text{ L}$.

Couleur des solutions.

Espèces chimiques	Couleur en solution aqueuse
$CH_3CH_2OH_{(aq)}$	incolore
$Cr_2O_7^{2-}_{(aq)}$	jaune orangé
$Cr^{3+}_{(aq)}$	vert
$C_2H_4O_2_{(aq)}$	incolore

Aide aux calculs : $60 \cong 46 \times 1,3$.

A N N E X E

I] A] 2. Distance focale inconnue.

