

1. Synthèse

« Livre Hachette »

4 Rechercher les pictogrammes de danger

CORRIGÉ | Extraire des informations.

- À l'aide des consignes de sécurité de la page de garde VI de la fin du manuel, associer à chaque pictogramme de danger sa signification.

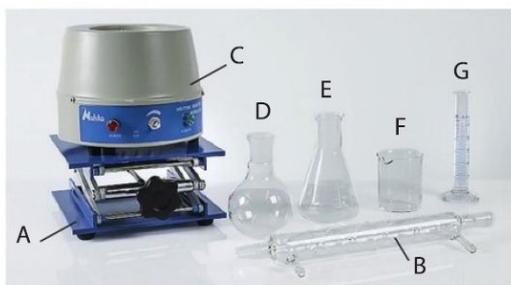


- Corrosif
- Inflammable
- Dangereux pour l'environnement
- Dangereux pour la santé

8 Identifier le matériel à utiliser

CORRIGÉ | Faire un schéma adapté.

- Parmi le matériel photographié ci-dessous, choisir, nommer et schématiser celui qui est nécessaire pour réaliser un montage de chauffage à reflux.



10 Associer un schéma à une étape

CORRIGÉ | Exploiter des informations.

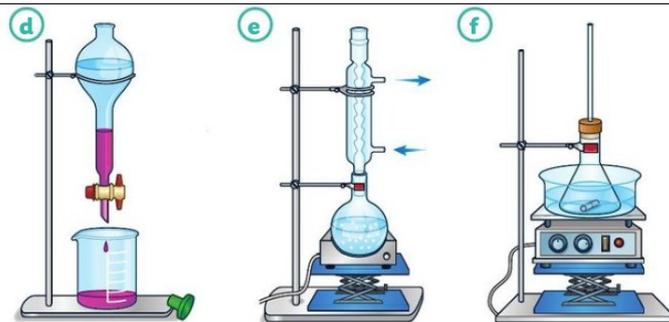
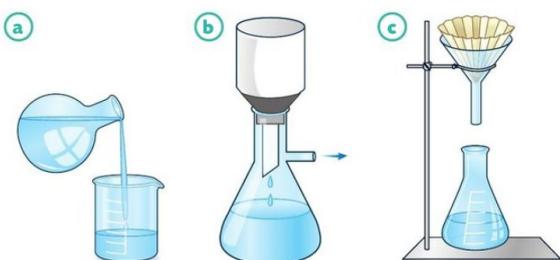
Les étapes de la préparation d'un savon au laboratoire sont présentées ci-dessous :

Étape 1 : Mélanger dans un ballon 18 mL d'huile de soja, 40 mL d'une solution de concentration $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ en hydroxyde de sodium et 2 mL d'éthanol. Chauffer à reflux pendant 30 minutes.

Étape 2 : Laisser refroidir le mélange quelques minutes puis transvaser dans un bécher contenant une solution aqueuse de chlorure de sodium.

Étape 3 : Filtrer sous vide le précipité obtenu, rincer à l'eau salée, sécher puis peser. La masse obtenue expérimentalement est $m_{\text{exp}} = 10,5 \text{ g}$.

- Pour chaque étape de la synthèse, choisir le dispositif adapté parmi ceux proposés ci-dessous.



12 Isoler un produit solide

CORRIGÉ | Élaborer un protocole.

Le bénomilate est un solide très soluble à chaud et peu soluble à froid dans un mélange eau-éthanol. Pour le synthétiser, on introduit, dans 100 mL d'un mélange eau-éthanol :

- 18,0 g d'aspirine ;
- 15,1 g de paracétamol ;
- quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

Le mélange est ensuite chauffé à reflux pendant 30 minutes.

- Rédiger un protocole expliquant comment isoler les cristaux de bénomilate obtenus après refroidissement du mélange.

13 Isoler un produit liquide

| Extraire des informations ; faire un schéma.

L'éthanoate d'isoamyle est une espèce chimique utilisée comme arôme. On chauffe à reflux pendant 30 minutes le mélange des réactifs nécessaires à sa synthèse. Une fois la transformation terminée, on refroidit le ballon et on verse le mélange dans une ampoule à décanter contenant de l'eau salée dans laquelle l'éthanoate d'isoamyle est peu soluble : on observe deux phases distinctes.

1. Pourquoi refroidir le milieu réactionnel une fois la transformation chimique effectuée ?
2. Justifier la formation de deux phases distinctes dans l'ampoule à décanter.
3. Schématiser l'ampoule à décanter et indiquer, en justifiant, dans quelle phase se trouve l'éthanoate d'isoamyle.

Données

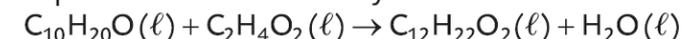
- $d(\text{éthanoate d'isoamyle}) = 0,9$
- $d(\text{eau salée}) = 1,1$

18 Calculer un rendement

CORRIGÉ

| Effectuer des calculs.

Un ester de formule $C_{12}H_{22}O_2$ peut être préparé à partir d'une quantité $n_1 = 0,193$ mol d'acide éthanóique $C_2H_4O_2$ et d'une quantité $n_2 = 0,100$ mol de menthol $C_{10}H_{20}O$. L'équation de la réaction de synthèse est :



Dans ces conditions, on obtient une masse $m = 12,0$ g d'ester.

1. Identifier le réactif limitant.
2. Calculer le rendement de la synthèse.

Donnée

- $M(\text{ester}) = 198 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

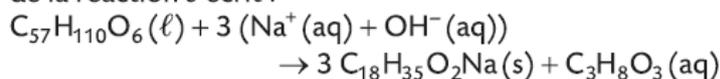
23 À chacun son rythme

Synthèse d'un savon

| Effectuer des calculs ; rédiger une explication.

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

À partir d'une masse $m = 20,0$ g d'un triester $C_{57}H_{110}O_6$ et d'un volume $V = 40,0$ mL d'une solution de concentration $C = 10,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions hydroxyde OH^- , on synthétise une masse $m' = 15,0$ g de savon $C_{18}H_{35}O_2Na$. L'équation de la réaction s'écrit :



Énoncé compact

- Calculer le rendement de la synthèse.

Énoncé détaillé

1. Calculer les quantités initiales des réactifs.
2. a. Déterminer le réactif limitant.
b. En déduire la quantité maximale n_{max} de savon attendue.
3. Calculer la quantité n_p de savon obtenue.
4. Calculer le rendement de la synthèse.

Données

- $M(\text{triester}) = 890 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $M(\text{savon}) = 306 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

4 Rechercher les pictogrammes de danger

- (a) Inflammable ; (b) Dangereux pour l'environnement ;
 (c) Dangereux pour la santé ; (d) Corrosif.

8 Identifier le matériel à utiliser

A : Support élévateur ; B : Réfrigérant à eau ; C : Chauffe-ballon ;
 D : Ballon.

10 Associer un schéma à une étape

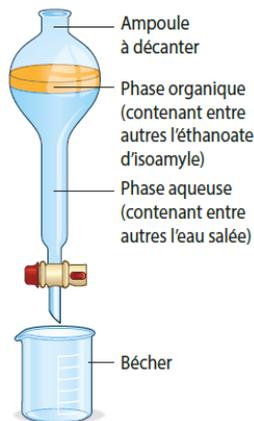
Étape 1 : (e) ; Étape 2 : (a) ; Étape 3 : (b).

12 Isoler un produit solide

Refroidir le milieu réactionnel. Filtrer les cristaux sous vide. Laver les cristaux avec un mélange eau-éthanol glacé. Récupérer les cristaux dans une boîte de pétri et les sécher à l'étuve.

13 Isoler un produit liquide

- Pour liquéfier les vapeurs issues du milieu réactionnel, qui peuvent être nocives.
- L'éthanoate d'isoamyle est peu soluble dans l'eau salée. On observera donc deux phases dans l'ampoule à décanter.
- Schéma de l'ampoule à décanter (voir ci-dessous).
 $d(\text{éthanoate d'isoamyle}) < d(\text{eau salée})$ donc la phase organique est la phase supérieure.



18 Calculer un rendement

1. Le réactif limitant est le menthol car $\frac{n_2}{1} < \frac{n_1}{1}$.

$$2. n_p = \frac{m}{M} = \frac{12,0 \text{ g}}{198 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 6,06 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

et $n_{\text{max}} = x_{\text{max}} = 0,100 \text{ mol}$.

$$\eta = \frac{n_p}{n_{\text{max}}} = \frac{6,06 \times 10^{-2} \text{ mol}}{0,100 \text{ mol}} = 0,606 \text{ soit } 60,6 \%$$

23 À chacun son rythme

Synthèse d'un savon

$$1. n_{\text{triester}}^{\text{ini}} = \frac{m}{M(\text{triester})} = \frac{20,0}{890} = 2,25 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{HO}^-}^{\text{ini}} = C \times V = 10,0 \times 40,0 \times 10^{-3} = 4,00 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

2. a. $\frac{n_{\text{triester}}^{\text{ini}}}{1} < \frac{n_{\text{HO}^-}^{\text{ini}}}{3}$ donc le triester est le réactif limitant.

$$b. x_{\text{max}} = \frac{n_{\text{triester}}^{\text{ini}}}{1} = \frac{n_{\text{savon}}^{\text{max}}}{3} = 2,25 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\text{Donc } n_{\text{savon}}^{\text{max}} = 6,75 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$3. n_{\text{savon}}^{\text{formé}} = \frac{m'}{M(\text{savon})} = \frac{15,0}{306} = 4,90 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$4. \eta = \frac{n_{\text{savon}}^{\text{formé}}}{n_{\text{savon}}^{\text{max}}} = \frac{4,90 \times 10^{-2}}{6,75 \times 10^{-2}} = 0,726 \text{ soit } 72,6 \%$$

5 Calculer une énergie libérée

CORRIGÉ | Effectuer des calculs.

Pour réchauffer des aliments, il est possible d'utiliser un réchaud muni d'une bouteille de gaz de butane C_4H_{10} . Une bouteille contient une masse $m = 227$ g de butane.

- Déterminer l'énergie libérée lors de la combustion de la totalité du butane contenu dans la bouteille. On donne $PC(\text{butane}) = 46,4 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

6 Déterminer une masse à brûler

| Effectuer des calculs.

Pour se chauffer, un habitant utilise un poêle à bois qui doit transférer $Q = -50$ MJ.

- Estimer la masse de bois nécessaire. On donne $PC = 1,5 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

8 Estimer une énergie de combustion

| Utiliser un modèle pour prévoir ; effectuer des calculs.

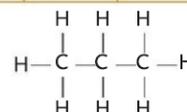
À la campagne certains habitants utilisent du gaz propane pour se chauffer.

1. Citer un autre combustible usuel utilisé dans l'habitat.
2. Écrire l'équation de la réaction de combustion du propane.
3. Dénombrer les liaisons rompues et formées.
4. En déduire l'énergie molaire de combustion du propane.

Données

Liaison	C—H	C—C	O=O	C=O	O—H
Énergie de liaison ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	413	348	496	796	463

- Formule développée du propane :



17 À propos du « gaz à l'eau »

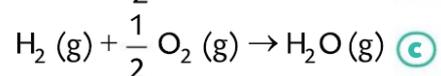
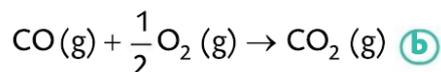
CORRIGÉ 15 min | Utiliser un modèle pour prévoir ; exploiter des informations ; effectuer des calculs.

Le « gaz à l'eau » est un mélange de gaz de synthèse produit par action de l'eau sur du charbon incandescent.

La transformation chimique est modélisée par la réaction d'équation : $H_2O(g) + C(s) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$ **(a)**

Pour une mole de carbone, cette transformation nécessite un apport d'énergie $Q_1 = 131 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. La réaction **(a)** est-elle endothermique ou exothermique ?
2. Le mélange gazeux formé peut être utilisé pour produire de l'énergie. La combustion du mélange correspond aux réactions suivantes :



L'énergie molaire de combustion Q_3 de la réaction **(c)** vaut $Q_3 = -243 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- a. Calculer l'énergie molaire de combustion Q_2 de la réaction **(b)**.

- b. En analysant les réactifs et les produits des trois réactions, déduire l'énergie molaire de combustion Q_4 du gaz à l'eau obtenu à partir d'une mole de carbone $C(s)$.

Données

Liaison	$C \equiv O$	$O = O$	$C = O$
Énergie de liaison ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	1078	496	796

- Schéma de Lewis de CO : $:\overset{\ominus}{C} \equiv \overset{\oplus}{O}:$

5 Calculer une énergie libérée

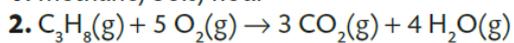
$$Q = -m \times PC(\text{butane}) = -0,227 \times 46,4 \approx -10,5 \text{ MJ}$$

6 Déterminer une masse à brûler

$$Q = -m \times PC \Leftrightarrow m = -\frac{Q}{PC} = -\frac{-50 \times 10^3 \text{ J}}{1,5 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}} = 3,3 \text{ kg}$$

8 Déterminer une masse à brûler

1. méthane, bois, fioul



17 À propos du « gaz à l'eau » (15 min)

1. Comme la transformation nécessite un apport d'énergie, elle est endothermique.

2. a. $E_2 = E_f(\text{C}\equiv\text{O}) + 0,5 \times E_f(\text{O}=\text{O}) - 2 \times E_f(\text{C}=\text{O})$
 $= 1078 + 0,5 \times 496 - 2 \times 796 = -266 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. b. L'énergie libérée E_4 par la combustion du gaz à l'eau à partir du carbone vaut :

$$E_4 = E_1 + E_2 + E_3 = 131 - 266 - 243 = -378 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

15 Connaître le champ de gravitation

CORRIGÉ | Effectuer une analyse dimensionnelle.

La Lune est en interaction gravitationnelle avec la Terre. On note d la distance entre les centres des deux astres.

1. Exprimer la force exercée par la Terre sur la Lune en fonction de sa masse M_L et du champ de gravitation terrestre \vec{g} .
2. Dédurre de l'expression précédente l'unité de la valeur du champ de gravitation terrestre.
3. Schématiser, sans contrainte d'échelle, la force de gravitation exercée par la Terre sur la Lune et le champ de gravitation terrestre existant au même point.

16 Caractériser un champ de gravitation

| Exploiter une formule.

Neptune est en interaction gravitationnelle avec le Soleil.

- Donner les caractéristiques du champ de gravitation du Soleil \vec{g}_s au niveau de Neptune.

Données

- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
- $M_s = 2,00 \times 10^{30} \text{ kg}$.
- $d_{SN} = 4,50 \times 10^9 \text{ km}$.



1 Exercice résolu

L'atome d'iode

| Extraire l'information ; effectuer des calculs ; interpréter des résultats.

La classification périodique donne les informations ci-contre.

1. Montrer que :

a. la masse du noyau d'un atome d'iode est $m_i = 2,11 \times 10^{-25} \text{ kg}$;

b. la charge de ce noyau est $q_i = 8,48 \times 10^{-18} \text{ C}$.

2. Les électrons périphériques de cet atome se trouvent à une distance moyenne $d = 140 \text{ pm}$ du centre du noyau.

Un électron possède une masse m_e et une charge électrique $q_e = -e$.

a. Écrire l'expression vectorielle de la force de gravitation s'exerçant entre le noyau et un électron périphérique puis calculer sa valeur.

b. Écrire l'expression vectorielle de la force électrostatique s'exerçant entre le noyau et un électron périphérique puis calculer sa valeur.

3. Quelle est l'interaction prédominante à l'échelle de l'atome ?

Numéro atomique →	53	126,9	← Masse molaire (g·mol ⁻¹)
Température d'ébullition (°C) →	184		
Température de fusion (°C) →	114		
Masse volumique (g·cm ⁻³) →	4,93		← Symbole
		I	← Nom
		Iode	

Données

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

$$k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

$$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$1 \text{ pm} = 1 \times 10^{-12} \text{ m}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

REMARQUE

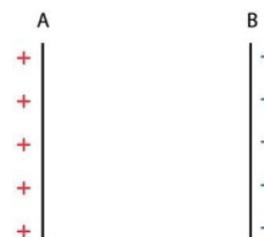
Pour cet exercice, on négligera le déplacement de l'électron.

2 Exercice résolu

Champ électrostatique créé par un condensateur plan

| Mobiliser ses connaissances ; faire un schéma adapté ; effectuer des calculs.

Entre les plaques **A** et **B** d'un condensateur chargé, il existe un champ électrostatique uniforme, c'est-à-dire un champ dont la direction, le sens et la valeur sont constants en tous points de l'espace entre les plaques. Ce champ \vec{E} est perpendiculaire aux plaques, il est orienté de la plaque **positive** vers la plaque **négative**. Dans la situation étudiée, sa valeur est $E = 1,0 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$.



1. Reproduire le schéma du condensateur et représenter le vecteur champ électrostatique en un point situé entre les plaques et à l'échelle 1 cm pour $5,0 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$.

2. Représenter des lignes de champ électrostatique entre les plaques.

3. Calculer la valeur de la force électrostatique qui s'exerce sur un électron ($q = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$) situé entre les plaques. Dans quel sens cet électron se déplace-t-il sous l'effet de cette force ?

15 Connaître le champ de gravitation

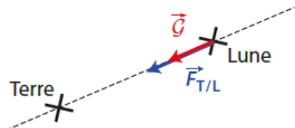
1. $\vec{F} = M_L \vec{G}$

2. La valeur de la force s'exprime en N.

La masse s'exprime en kg.

La valeur du champ s'exprime donc en $N \cdot kg^{-1}$ car $N = kg \cdot N \cdot kg^{-1}$

3. Le champ gravitationnel \vec{G} de la Terre et la force $\vec{F}_{T/L}$ exercée par la Terre sur la Lune sont colinéaires et de même sens. Ils sont dirigés vers la Terre.



16 Caractériser un champ de gravitation

Le champ de gravitation du Soleil au niveau de Neptune a pour

expression $\vec{G}_S = -G \times \frac{M_S}{d_{SN}^2} \vec{u}_{S \rightarrow N}$

Ses caractéristiques sont :

Direction : la droite passant par les centres du Soleil et de Neptune ;

Sens : de Neptune vers le Soleil (vers l'objet source du champ)

Valeur :

$G_S = G \times \frac{M_S}{d_{SN}^2}$

$G_S \times 2 = 6,67 \times 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2} \frac{2,00 \times 10^{30} kg}{(4,50 \times 10^{12} m)^2}$

$G_S \times 2 = 6,59 \times 10^{-6} N \cdot kg^{-1}$.

Exercice 1

1.a. La masse molaire est $M_1 = 126,9 g \cdot mol^{-1}$ donc la masse d'un atome est

$\frac{126,9 g \cdot mol^{-1}}{6,02 \times 10^{23} mol^{-1}} = 2,11 \times 10^{-22} g$. En négligeant la masse des électrons par rapport

à celle des nucléons, la masse du noyau de cet atome est :

$m_1 = 2,11 \times 10^{-22} g$ soit $m_1 = 2,11 \times 10^{-25} kg$

b. Le nombre de protons dans un noyau d'iode est $Z = 53$, les neutrons ne sont pas chargés donc la charge du noyau est :

$q_1 = 53 \times 1,60 \times 10^{-19} C = 8,48 \times 10^{-18} C$

2.a. La force gravitationnelle exercée par le noyau sur un électron périphérique

est : $\vec{F}_g = -G \times \frac{m_1 \times m_e}{d^2} \vec{u}_{1 \rightarrow e}$

Sa valeur, positive, est : $F_g = G \times \frac{m_1 \times m_e}{d^2}$

$F_g = 6,67 \times 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2} \times \frac{2,11 \times 10^{-25} kg \times 9,1 \times 10^{-31} kg}{(140 \times 10^{-12} m)^2} = 6,5 \times 10^{-46} N$

b. La force électrostatique exercée par le noyau sur un électron périphérique

est : $\vec{F}_e = k \times \frac{q_1 \times q_e}{d^2} \vec{u}_{1 \rightarrow e}$

Sa valeur, positive, est : $F_e = k \times \frac{|q_1| \times |q_e|}{d^2}$

$F_e = 9,0 \times 10^9 N \cdot m^2 \cdot C^{-2} \times \frac{8,48 \times 10^{-18} C \times 1,60 \times 10^{-19} C}{(140 \times 10^{-12} m)^2} = 6,2 \times 10^{-7} N$

3. On compare ces deux valeurs en calculant leur rapport :

$\frac{F_e}{F_g} = \frac{6,2 \times 10^{-7} N}{6,5 \times 10^{-46} N} = 9,5 \times 10^{38}$

La valeur de la force d'interaction électrostatique est environ 10^{39} fois plus grande que celle de la force d'interaction gravitationnelle. C'est donc la force électrostatique qui prédomine à l'échelle de l'atome.

Exercice 2

1. D'après l'énoncé, la direction du champ électrostatique est perpendiculaire aux plaques, son sens est de la plaque positive vers la plaque négative.

Avec l'échelle proposée, on trace un segment fléché de 2,0 cm de long à partir d'un point situé entre les plaques.

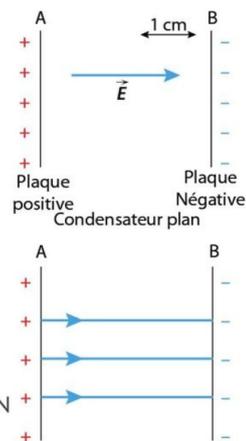
2. Les lignes de champ sont tangentes au champ en chacun de leurs points et orientées dans le même sens que lui.

3. La force électrostatique s'exerçant sur l'électron de charge q est : $\vec{F} = q\vec{E}$

Sa valeur, positive, est donc : $F = |q| \times E$

$F = 1,60 \times 10^{-19} C \times 1,0 \times 10^4 N \cdot C^{-1} = 1,6 \times 10^{-15} N$

L'électron porte une charge négative donc \vec{F} et \vec{E} sont deux vecteurs colinéaires et de sens opposés. L'électron se déplace vers la plaque chargée positivement.



1 Exercice résolu

Un vidéoprojecteur

Effectuer des calculs ; extraire et organiser l'information ; interpréter des résultats.

Un vidéoprojecteur comporte un système optique qui permet de former une image de grandes dimensions sur un écran.

L'objet se situe sur un élément du vidéoprojecteur appelé matrice.

On modélise le système optique du vidéoprojecteur par une lentille mince convergente de distance focale $f' = 45,0$ mm. La matrice a une hauteur de 15,2 mm et une largeur de 27,0 mm.

On place le vidéoprojecteur à 3,00 m d'un écran.

Données

- La relation de conjugaison s'écrit : $\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'}$
- La relation de grandissement s'écrit : $\gamma = \frac{y_{B'}}{y_B} = \frac{x_{A'}}{x_A}$

1. À quelle distance doit se situer la matrice de la lentille mince convergente afin que l'image $A'B'$ se forme sur l'écran ?
2. Calculer la taille de l'image et commenter le signe trouvé.
3. On a un écran de 1,50 m de hauteur.
À quelle distance de la lentille convergente devrait-il être placé pour que l'image occupe toute la hauteur de l'écran ?
4. La plupart des vidéoprojecteurs ont des systèmes optiques avec une distance focale variable.
Quel est l'intérêt d'un tel système optique ?



28
CORRIGÉ

30
min

Appareil photographique instantané

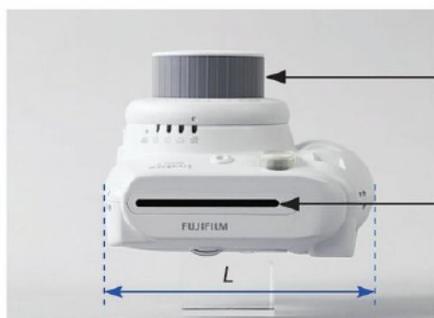
Effectuer des calculs ; extraire et organiser l'information.

Les appareils photographiques à impression instantanée permettent d'obtenir une photographie sur papier seulement quelques minutes après l'avoir prise.

L'objectif de l'appareil est assimilé à une lentille mince convergente.

A Extrait de la notice

- Format de l'image : 46 mm × 62 mm
- Focale de l'objectif : 60 mm
- Distance de mise au point : Supérieure à 60 cm
- Dimensions (L × H × E) : (11,9 × 6,8 × 11,6) en cm
- Distance objectif-fente d'éjection : fixe



1. L'image de l'objet photographié est-elle réelle ou virtuelle ?
- 2.a. Vers quelle valeur l'abscisse $x_{A'}$ de l'image tend-elle lorsque l'objet à photographier est très éloigné de l'objectif ?
- b. On suppose que l'image se forme dans l'appareil photographique au niveau de la fente d'éjection. En utilisant la notice, calculer la distance entre l'objectif et la fente d'éjection.
- c. Comparer la distance trouvée à celle obtenue dans la question 2.a.
- 3.a. Calculer le grandissement γ lorsque l'objet se situe à 60 cm de l'objectif.
- b. Calculer la taille maximale d'un objet situé à 60 cm de l'objectif pour remplir totalement la photographie.

Données

- Relation de conjugaison : $\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'}$
- Relation de grandissement : $\gamma = \frac{y_{B'}}{y_B} = \frac{x_{A'}}{x_A}$

Exercice 1

1. On utilise la relation de conjugaison : $\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'}$
 d'où $\frac{1}{x_A} = \frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{f'}$

avec $x_{A'} > 0$, il vient : $\frac{1}{x_A} = \frac{1}{3,00 \text{ m}} - \frac{1}{45,0 \times 10^{-3} \text{ m}}$

ce qui conduit à $x_A = -4,57 \times 10^{-2} \text{ m}$.
 La matrice doit se situer à $4,57 \times 10^{-2} \text{ m}$ de la lentille modélisant le système optique du vidéoprojecteur.

2. On utilise la relation de grandissement : $\gamma = \frac{y_{B'}}{y_B} = \frac{x_{A'}}{x_A}$
 d'où $y_{B'} = y_B \times \frac{x_{A'}}{x_A}$

avec $x_A < 0$, il vient : $y_{B'} = 15,2 \times 10^{-3} \text{ m} \times \frac{3,00 \text{ m}}{-4,57 \times 10^{-2} \text{ m}}$

ce qui conduit à $y_{B'} = -0,998 \text{ m}$.
 La hauteur de l'image est 0,998 m.

Le signe « moins » dans le grandissement signifie que l'image est renversée par rapport à l'objet.

3. On calcule le nouveau grandissement : $\gamma = \frac{y_{B'}}{y_B}$

d'où $\gamma = \frac{-1,50 \text{ m}}{15,2 \times 10^{-3} \text{ m}}$

ce qui conduit à $\gamma = -9,87 \times 10^1$.

D'après la relation de grandissement :

$$x_{A'} = x_A \times \frac{y_{B'}}{y_B}$$

d'où $x_{A'} = -4,57 \times 10^{-2} \text{ m} \times \frac{-1,50 \text{ m}}{15,2 \times 10^{-1} \text{ m}}$

qui conduit à $x_{A'} = 4,51 \text{ m}$.

Il faudrait placer l'écran à 4,51 m du vidéoprojecteur pour avoir une image de 1,50 m de hauteur.

4. Un système optique avec une distance focale variable permet de modifier le grandissement et de mieux ajuster les dimensions de l'image à celles de l'écran sans déplacer le vidéoprojecteur ou l'écran.

28 Appareil photographique instantané (30 min)

1. L'image de l'objet photographié est visible sur un écran : c'est une image réelle.

2. a. On applique la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{x_{A'}} - \frac{1}{x_A} = \frac{1}{f'}$$

Lorsque l'objet est éloigné, l'abscisse x_A tend vers l'infini donc $\frac{1}{x_A}$ tend vers 0.

Ainsi :

$$\frac{1}{x_{A'}} = \frac{1}{f'} \text{ soit } x_{A'} = f'$$

L'abscisse $x_{A'}$ tend vers f' .

b. En utilisant l'échelle proposée sur la photographie, on trouve une distance entre la fente et l'objectif égale à 60 mm environ.

c. Cette distance est égale à la distance focale f' .

3. La distance entre l'objectif et la fente d'éjection ne varie pas. Ainsi, en utilisant la relation de grandissement :

$$\gamma = \frac{x_{A'}}{x_A} = \frac{6,0 \text{ cm}}{-60 \text{ cm}} = -0,10$$

Le grandissement est $-0,10$.

b. On utilise encore la relation de grandissement :

$$\gamma = \frac{y_{B'}}{y_B} = \frac{x_{A'}}{x_A}$$

On en déduit : $y_B = \frac{x_A \times y_{B'}}{x_{A'}}$

En prenant comme taille de l'image la plus grande dimension, et en prenant $y_{B'}$ négatif puisque l'image est réelle, on trouve :

$$y_B = \frac{-60 \text{ cm} \times (-4,6) \text{ cm}}{6,0 \text{ cm}} = 46 \text{ cm}$$

La taille de l'objet ne pourra pas dépasser 46 cm pour que son image remplisse entièrement la photographie.

2 Exercice résolu

Étude de l'atome de lithium

| Effectuer des calculs ; faire un schéma adapté.

Le diagramme ci-contre représente quelques niveaux d'énergie de l'atome de lithium.

1. Identifier l'état fondamental et les états excités du lithium.

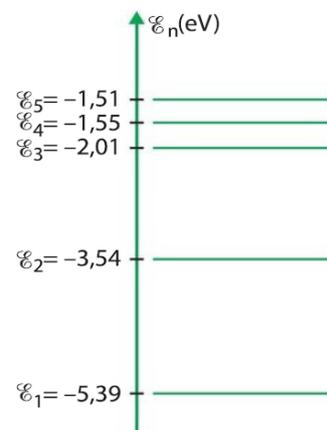
2.a. Déterminer l'énergie que doit transporter un photon pour amener l'atome de lithium de son état fondamental au niveau d'énergie \mathcal{E}_2 .

Exprimer cette énergie en électronvolt (eV) et en joule.

b. Reproduire le diagramme de niveaux d'énergie de l'atome de lithium et représenter, à l'aide d'une flèche, cette transition.

3.a. Lors d'une désexcitation, l'atome de lithium émet une radiation de longueur d'onde $\lambda = 611$ nm. Identifier la transition à laquelle cette radiation correspond.

b. Représenter, à l'aide d'une flèche, cette transition sur le diagramme précédent.



Données

- $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

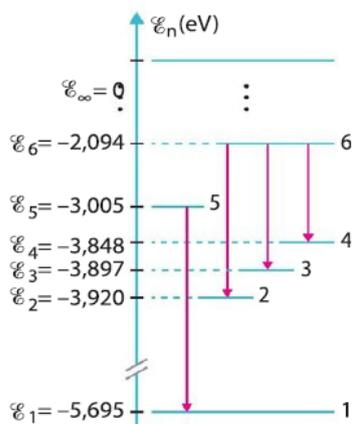
24 Les feux d'artifice

| Effectuer des calculs ; interpréter des résultats ; rédiger une explication.

Les feux d'artifice forment un spectacle lumineux et sonore très apprécié. Au cours de l'explosion, de petites billes appelées « étoiles » émettent des lueurs colorées et scintillantes à mesure qu'elles s'éloignent du point d'explosion. Sur la photographie ci-dessus, beaucoup des « étoiles » qui ont explosé sont principalement composées de strontium. Les photons émis par le strontium sont responsables de certaines des couleurs visibles.



On donne ci-dessous le diagramme simplifié de quelques niveaux d'énergie de l'atome de strontium. Les flèches indiquent les transitions possibles.



1. Comment nomme-t-on le niveau d'énergie numéroté 1 ? les niveaux d'énergie supérieure ?

2. Déterminer en électronvolt les quanta d'énergie transportés par les photons susceptibles d'être émis.

3.a. En déduire, en nanomètre, les longueurs d'onde des radiations émises.

b. Peut-on alors attribuer au strontium certaines des couleurs observées sur la photographie ? Lesquelles ?

Données

- $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

Couleur	Violet	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
λ (nm)	380 à 446	446 à 520	520 à 565	565 à 590	590 à 625	625 à 780

Exercice 2

1. L'état fondamental correspond au niveau d'énergie le plus bas donc d'énergie \mathcal{E}_1 . Les états excités sont les niveaux d'énergie supérieure : $\mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3, \mathcal{E}_4$ et \mathcal{E}_5 .

2.a. Le passage du niveau fondamental $\mathcal{E}_{\text{initial}} = \mathcal{E}_1$ au niveau d'énergie $\mathcal{E}_{\text{final}} = \mathcal{E}_2$ correspond à une différence d'énergie : $\Delta\mathcal{E}_{1 \rightarrow 2} = |\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1|$
soit $\Delta\mathcal{E}_{1 \rightarrow 2} = |-3,54 \text{ eV} - (-5,39 \text{ eV})| = 1,85 \text{ eV}$.

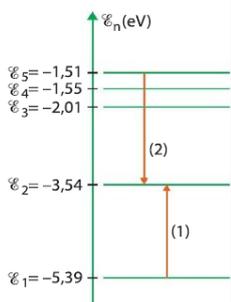
La conversion entre eV et J est une proportionnalité :

1 eV	$1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
1,85 eV	$\Delta\mathcal{E}_{1 \rightarrow 2} \text{ J}$

Donc $\Delta\mathcal{E}_{1 \rightarrow 2} = \frac{1,85 \text{ eV} \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 2,96 \times 10^{-19} \text{ J}$.

b. La transition s'effectue de l'état d'énergie \mathcal{E}_1 vers l'état d'énergie \mathcal{E}_2 (flèche n°1 sur le diagramme ci-contre).

L'énergie de l'atome augmente car $\mathcal{E}_2 > \mathcal{E}_1$ donc le photon est absorbé.



3.a. Le photon émis lors de cette désexcitation possède une énergie :

$$\mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{h \times c}{\lambda}$$

Soit ici $\mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{611 \times 10^{-9} \text{ m}} = 3,26 \times 10^{-19} \text{ J}$.

Cela correspond à $\mathcal{E}_{\text{photon}} = \frac{3,26 \times 10^{-19} \text{ J}}{1,60 \times 10^{-19} \text{ J}} = 2,03 \text{ eV}$.

D'après le diagramme, $\Delta\mathcal{E}_{5 \rightarrow 2} = |-3,54 \text{ eV} - (-1,51 \text{ eV})| = 2,03 \text{ eV}$.

Le passage du niveau d'énergie \mathcal{E}_5 au niveau d'énergie \mathcal{E}_2 correspond donc à l'énergie du photon émis.

b. L'énergie de l'atome diminue car l'atome se désexcite. Cela correspond à la flèche n° 2 sur le diagramme.

24 Les feux d'artifices

1. Le niveau 1 est le niveau d'énergie le plus bas : c'est l'état fondamental. Les niveaux d'énergie supérieure sont les états excités.

2. $\Delta\mathcal{E}_{5 \rightarrow 1} = |\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_5|$ soit $\Delta\mathcal{E}_{5 \rightarrow 1} = |-5,695 \text{ eV} - (-3,005 \text{ eV})|$
 $\Delta\mathcal{E}_{5 \rightarrow 1} = 2,690 \text{ eV}$;

$\Delta\mathcal{E}_{6 \rightarrow 4} = |\mathcal{E}_4 - \mathcal{E}_6|$ soit $\Delta\mathcal{E}_{6 \rightarrow 4} = |-3,848 \text{ eV} - (-2,094 \text{ eV})|$
 $\Delta\mathcal{E}_{6 \rightarrow 4} = 1,754 \text{ eV}$

$\Delta\mathcal{E}_{6 \rightarrow 3} = |\mathcal{E}_3 - \mathcal{E}_6|$ soit $\Delta\mathcal{E}_{6 \rightarrow 3} = |-3,897 \text{ eV} - (-2,094 \text{ eV})|$
 $\Delta\mathcal{E}_{6 \rightarrow 3} = 1,803 \text{ eV}$

$\Delta\mathcal{E}_{6 \rightarrow 2} = |\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_6|$ soit $\Delta\mathcal{E}_{6 \rightarrow 2} = |-3,920 \text{ eV} - (-2,094 \text{ eV})|$
 $\Delta\mathcal{E}_{6 \rightarrow 2} = 1,826 \text{ eV}$

3. a. $\lambda = \frac{h \times c}{\Delta\mathcal{E}}$ d'où

$\lambda_{5 \rightarrow 4} = \frac{h \times c}{\Delta\mathcal{E}_{5 \rightarrow 4}}$ et $\lambda_{5 \rightarrow 4} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{2,690 \times 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}}$

soit $\lambda_{5 \rightarrow 4} = 4,62 \times 10^{-7} \text{ m} = 462 \text{ nm}$

et de même $\lambda_{6 \rightarrow 4} = 709 \text{ nm}$; $\lambda_{6 \rightarrow 3} = 689 \text{ nm}$; $\lambda_{6 \rightarrow 2} = 681 \text{ nm}$.

b. En comparant les longueurs d'onde à celle du tableau on peut en déduire que la radiation à 462 nm est bleue, celles à 709 nm, 689 nm et 681 sont rouges.

On observe sur la photo la couleur magenta qui est la synthèse additive du rouge et du bleu. Il est possible que le strontium soit à l'origine de certaines couleurs observées mais on ne peut pas en être certain.