

Devoir surveillé n° 2 :

Durée : 3h

Données :

$1\text{eV} = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, masse d'un électron $m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Physique : Microscopes

Le microscope optique est un système optique à lentilles dans le but d'obtenir une image agrandie de l'échantillon à observer.

Les textes ci-dessous, extraits d'articles de vulgarisation scientifique, donnent une description sommaire des microscopes optique et électronique.

Principe de fonctionnement du microscope optique à fond clair

Un tube possède à ses deux extrémités des lentilles.

Le premier groupe de lentilles, dirigé vers l'objet à examiner, constitue l'**objectif**. Il donne une image réelle, inversée et agrandie de l'objet. Cette image n'est pas formée sur un verre dépoli, mais se trouve quelque part dans le tube optique, c'est l'image intermédiaire.

Le deuxième groupe de lentilles, dirigé vers l'œil de l'observateur, est appelé l'**oculaire** ; il fonctionne comme une simple loupe et grossit l'image précédente. On obtient alors l'image définitive virtuelle, plus ou moins fortement grossie et renversée de l'objet initial.

Le grossissement total du microscope est égal au produit du grandissement de l'objectif (un rapport de longueurs) par le grossissement de l'oculaire (un rapport angulaire).

Dans la pratique, on ne dépasse pas le grossissement 1000. La qualité essentielle d'un système optique n'est pas son grossissement mais son pouvoir séparateur, c'est-à-dire sa capacité à distinguer deux points situés l'un à côté de l'autre. La limite de ce pouvoir séparateur est de $0,2 \mu\text{m}$ pour les meilleurs objectifs.

<http://www2.ac-lille.fr/myconord/micro/descript01.htm>

Microscope électronique

Un **microscope électronique** est un type de microscope qui utilise un faisceau de particules d'électrons pour illuminer un échantillon et en créer une image très agrandie.

Les microscopes électroniques ont un plus grand pouvoir de résolution que les microscopes optiques qui utilisent des rayonnements électromagnétiques. Ils peuvent obtenir des grossissements beaucoup plus élevés allant jusqu'à 5 millions de fois, alors que les meilleurs microscopes optiques sont limités à un grossissement de 2000 fois. Ces deux types de microscopes ont une résolution limite, imposée par la longueur d'onde du rayonnement qu'ils utilisent.

La forme originale de microscope électronique, le microscope électronique en transmission (MET) utilise le tungstène comme cathode source d'électrons. Le faisceau d'électrons est accéléré par une anode en général à 100 keV (40 à 400 keV) par rapport à la cathode, concentré par des lentilles électrostatiques et électromagnétiques, et transmis sur la cible qui est en partie transparente pour les électrons et en partie les disperse.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Microscope_%C3%A9lectronique

I. A propos des documents

- 1) Quelle est la nature de la lentille équivalente au groupe de lentilles constituant l'objectif ? Justifier.
- 2) L'auteur écrit : « Il donne une image réelle, inversée et agrandie de l'objet. » Quelle condition doit alors vérifier la distance d séparant l'objet (échantillon à observer) et l'objectif ?
- 3) Où doit être située l'image intermédiaire afin que l'oculaire joue le rôle de loupe ?
- 4) Quel phénomène limite la résolution des microscopes ?
- 5) Pourquoi le pouvoir séparateur d'un microscope électronique est-il meilleur que celui d'un microscope optique ? Justifier à l'aide d'un calcul.
- 6) L'objectif et l'oculaire sont des groupes de lentilles. Cette technique d'association permet de corriger certaines des aberrations optiques, notamment les aberrations chromatiques. A quoi est dû cette aberration, comment se manifeste-t-elle ?

II. Modélisation du microscope optique

On modélise un microscope à l'aide de deux lentilles minces convergentes:

- l'objectif (L_1) de centre optique O_1 , de foyers objet F_1 et de foyer image F'_1 , de distance focale $f'_1 = 2,0$ cm ;
- l'oculaire (L_2) de centre optique O_2 , de foyer objet F_2 et de foyer image F'_2 , de distance focale $f'_2 = 4,0$ cm.

Les deux lentilles ont même axe optique et sont fixes l'une par rapport à l'autre, $O_1O_2 = 14,0$ cm. Un objet plan (AB) perpendiculaire à l'axe optique est placé en avant de la lentille (L_1). Le point A de l'objet appartient à l'axe optique. La lentille (L_1) donne de l'objet (AB) une image intermédiaire (A_1B_1). La lentille (L_2) permet d'obtenir l'image définitive (A_2B_2).

L'oculaire est positionné de sorte que, pour un observateur standard, l'œil observe une image « à l'infini ». Les muscles chargés de l'accommodation sont totalement relâchés, ce qui représente un meilleur confort visuel.

- 1) Faire un schéma du dispositif (en respectant l'échelle) et estimer graphiquement la position de l'objet AB.
- 2) Déterminer la distance $\overline{O_1A}$ par le calcul.
- 3) Définir le grandissement transversal γ_1 de l'objectif. Le calculer.
- 4) L'indication portée sur un oculaire est le grossissement commercial, c'est-à-dire le rapport entre l'angle α_2 sous lequel on voit l'image définitive à travers l'oculaire et l'angle α_1 sous lequel on voit A_1B_1 à l'œil nu lorsqu'il est situé à la distance minimale de vision distincte, $\delta = 25$ cm.
 - a) Faire apparaître l'angle α_2 sur le schéma de la question 1.
 - b) Faire un schéma faisant apparaître l'angle α_1 .
 - c) En déduire le grossissement G_{oc} de l'oculaire en fonction de f'_2 et δ . Le calculer.
- 5) Le grossissement du microscope est quant à lui le rapport entre l'angle α_2 précédemment défini et l'angle α sous lequel on voit AB à l'œil nu lorsqu'il est situé à la distance minimale de vision distincte, $\delta = 25$ cm.
Montrer que le grossissement G du microscope est tel que : $G = |\gamma_1| \cdot G_{oc}$.
- 6) On se propose d'utiliser le microscope modélisé pour observer des cellules d'épiderme d'oignon de dimension $80 \mu\text{m}$. Calculer la valeur du diamètre apparent α_2 pour une cellule d'épiderme d'oignon observée à travers le microscope modélisé.

- 7) Quel est la valeur du pouvoir de résolution de l'œil ? Le microscope modélisé permet-il d'observer une cellule d'épiderme d'oignon ? Justifier.
- 8) Si l'image définitive n'est pas à l'infini, l'œil emmétrope peut observer nettement cette image si celle-ci se situe entre son punctum proximum, situé à une distance $\delta = 25$ cm de l'œil et son punctum remotum, situé à l'infini.
- a) Comment s'appelle ce principe ? L'expliquer brièvement.
- b) On suppose que l'œil est au foyer image de l'oculaire. Déterminer la latitude de mise au point, c'est-à-dire la variation de la distance objet-objectif compatible avec une vision nette de l'image finale par l'observateur. Commenter.

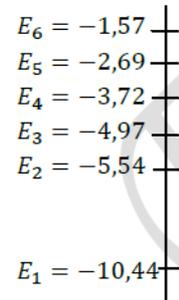
Chimie : Polluants présents dans l'atmosphère

La composition de l'atmosphère terrestre a changé de manière très significative depuis l'ère industrielle. Ce changement est dû aux émissions de polluants principalement d'origine anthropogénique. Les polluants peuvent être regroupés en deux grandes classes :

- polluants classiques (CO_2 , CH_4 , HONO, H_2O_2 , Composés Organiques Volatils, O_3 , ...)
- polluants non classiques (métaux lourds tels que Pb, Zn, Hg, Cd, ...).

A) Etudes des atomes

- 1) Le plomb a pour numéro atomique $Z = 82$. Il existe sous plusieurs formes isotopiques dont les valeurs les plus abondantes sont les isotopes 204, 206, 207 et 208.
- a) Définir le mot isotope.
- b) Donner la composition des différents isotopes cités.
- 2) Sachant que l'abondance naturelle du plomb 204, 206, 207 et 208 est respectivement 1.4%, 24.1%, 22.1% et 52.4%, en déduire une valeur approchée de la masse molaire de l'élément naturel.
- 3) Rappeler les règles générales permettant d'établir la configuration électronique d'un atome dans l'état fondamental et les appliquer à l'atome de plomb. Donner sa couche de valence.
- 4) Déterminer la place du plomb dans la classification périodique.
- 5) Le cadmium Cd se situe en dessous du zinc ${}_{30}\text{Zn}$ dans la classification périodique et le Mercure Hg au-dessous du cadmium en déduire leurs numéros atomiques.
- 6) Spectre d'émission du mercure : Le spectre d'émission du mercure contient trois raies intenses : jaune, verte et bleu indigo, de longueurs d'onde respectives $\lambda_J = 579.2$ nm, $\lambda_V = 546.2$ nm, $\lambda_B = 436.0$ nm
- a) Justifier la discontinuité du spectre.
- b) Calculer l'énergie, en eV, des photons correspondant à la raie bleu indigo.
- c) Le digramme simplifié des niveaux d'énergie en eV de l'atome de mercure est donné ci-contre. A quelle transition correspond l'émission de cette raie ?
- 7) Parmi les configurations suivantes, quelles sont celles qui représentent l'état fondamental du Carbone ${}_{6}\text{C}$? un état excité ? qui sont interdites ? Justifier.



- a) $1s^2 2s^3 2p^1$ b) $(\uparrow\downarrow) (\uparrow\downarrow) (\uparrow\downarrow)$ c) $(\uparrow\downarrow) (\uparrow\downarrow) (\uparrow \uparrow)$ d) $(\uparrow\downarrow) (\uparrow\uparrow) (\uparrow \uparrow)$

B) Structure électronique des molécules

- 1) Proposer une structure de Lewis pour les molécules suivantes : H_2O_2 , HONO. ($Z(\text{O})=8$, $Z(\text{H})=1$, $Z(\text{N})=7$)
- 2) On peut proposer 2 formes de Lewis pour représenter la molécule d'ozone (O_3) : l'une non cyclique et l'autre cyclique dont l'existence reste douteuse. Les représenter.