

Mines Physique et Chimie toutes filières 2007

Corrigé

Ce corrigé est proposé par Cyril Ravat (ENS Cachan) et Tiphaine Weber (ENS Cachan) ; il a été relu par Julien Dumont (Professeur en CPGE), Nicolas Agenet (ENS Ulm), Emmanuel Bourgeois (ENS Lyon) et Mickaël Profeta (Professeur en CPGE).

Ce court sujet permet d'explorer tout le programme de première année à travers deux parties totalement indépendantes, l'une de physique mêlant optique, électronique et mécanique, l'autre de chimie sur la production de l'aluminium.

La partie physique se divise en trois parties indépendantes.

- La première est un exercice d'optique sur des lentilles, où il faut savoir tracer les trois rayons fondamentaux d'une lentille et appliquer la formule de conjugaison de Descartes, sans se tromper dans les signes. Il faut aussi faire attention à la succession de lentilles étudiée.
- La deuxième partie est un exercice d'électronique sur un circuit comportant des résistances, un condensateur et un interrupteur étudié par une approche tantôt temporelle, tantôt fréquentielle.
- Enfin, la troisième partie est un exercice de mécanique du point étudiant le mouvement d'une planète, dans les cas circulaire et elliptique. Cet exercice est très proche du cours et constitue donc une bonne révision.

Le problème de chimie porte sur l'aluminium, essentiellement dans le cadre de sa production. Après une première partie, relativement brève, qui aborde la structure électronique et les propriétés de l'atome d'aluminium et de certains de ses composés, la partie E, beaucoup plus longue, est l'occasion d'étudier l'ensemble des types d'équilibres dans lesquels l'aluminium peut être impliqué en solution. On verra ainsi, au travers de la purification des minerais d'aluminium, des réactions acido-basiques, de complexation, de précipitation et de dissolution ainsi que des réactions d'oxydo-réduction liées à la réactivité de l'aluminium métal. Une dernière partie, plus rapide, permet de prendre en compte l'effet de la cinétique dans les réactions de dissolution.

L'ensemble des questions abordées reste très classique et le sujet, relativement court, doit pouvoir être traité rapidement. Il utilise quelques notions originales (œil myope, vecteur excentricité), qui ne doivent pas intimider. Les questions de chimie des solutions et de cinétique peuvent servir en cours d'année ou lors des révisions afin de se remémorer cette partie du programme.

INDICATIONS

Physique

- A.2.3.2 On ne doit considérer que l'image du réticule pour l'instant.
- A.2.4.2 Quel réglage dépend de la nature de l'œil ?
- A.3.1 « Viser un objet » signifie le voir net à travers le viseur.
- B.1.2 Quelle est la particularité de la tension aux bornes d'un condensateur ?
- B.1.4 Il faut effectuer successivement une transformation de Norton et une transformation de Thévenin d'une partie du circuit.
- B.2.1 Penser à utiliser le circuit équivalent obtenu à la question B.1.4.
- C.2 Utiliser le théorème du moment cinétique.
- C.3.2 Comment écrire la distance parcourue par la planète pendant une période ?
- C.3.4 Exprimer l'énergie potentielle en fonction de l'énergie cinétique en utilisant la question C.3.1.
- C.4.1 Utiliser le principe fondamental de la dynamique et la loi des aires.
- C.4.2 Exprimer le terme en $\frac{d\theta}{dt}$ via la loi des aires. Quel est l'angle entre \vec{e} et \vec{e}_θ ?
- C.4.4 Utiliser l'équation de la trajectoire.

Chimie

- E.1.1 Écrire les équations-bilan de dissolution de l'hydroxyde d'aluminium comme des sommes de réactions dont on connaît les constantes d'équilibre.
- E.1.2 Négliger la présence d'ions complexes revient à choisir la réaction (1) comme réaction prépondérante.
- E.1.7 Raisonner à l'aide des diagrammes d'existence établis aux question précédentes.
- F.3.1 Il faut chercher à tracer une droite en fonction du temps.
- F.3.2 Cette question nécessite de tracer une régression linéaire à l'aide de la calculatrice. Cet outil doit par conséquent être bien maîtrisé.

PHYSIQUE

A. EXERCICE D'OPTIQUE : MESURE D'UNE FOCALE

A.1.1 Une lentille mince est une lentille dont l'épaisseur est faible par rapport aux rayons de courbure des dioptries qui la constituent, ainsi que par rapport à la distance séparant les centres des dioptries.

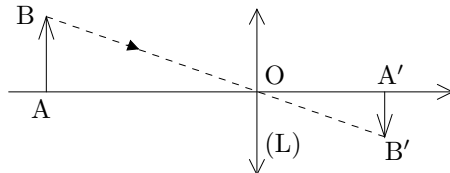
L'approximation de Gauss consiste à considérer que les rayons sont paraxiaux, c'est-à-dire faiblement inclinés par rapport à l'axe optique et voisins de cet axe. Il y a alors stigmatisme approché : tous les rayons passant par un même point objet passent par le même point image.

A.1.2 Pour une lentille mince, la formule de conjugaison de Descartes avec origine au centre optique s'écrit

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

A.1.3 Le grandissement pour une même lentille s'écrit

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

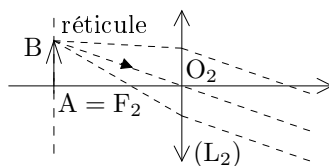


où l'objet AB a pour image A'B'.

D'après le dessin, le rayon passant par le centre O de la lentille n'étant pas dévié, on peut appliquer le théorème de Thalès aux triangles OAB et OA'B'. On obtient

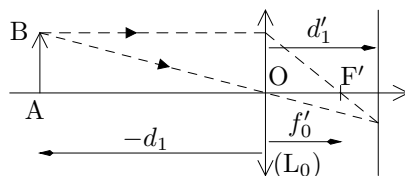
$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

A.2.1 Pour que l'œil « normal » voie le réticule sans accommoder, il faut que son image se trouve à l'infini, c'est-à-dire qu'il soit au foyer objet de la lentille (L_2). Cela revient à



$$d = |f'_2| = 3 \text{ cm}$$

A.2.2.1 L'image par (L_0) d'un objet placé à une distance d_1 devant l'œil est formée à une distance d'_1 donnée par la formule de conjugaison de Descartes



$$\frac{1}{d'_1} - \frac{1}{-d_1} = \frac{1}{f'_0}$$

L'image est nette sur la rétine si $d'_1 = d'$. Il vient

$$f'_0 = \frac{d_1 d'}{d_1 + d'} = 1,3 \text{ cm}$$

A.2.2.2 De la même façon, pour obtenir une image nette d'un objet situé à la distance d_2 devant l'œil, il faut

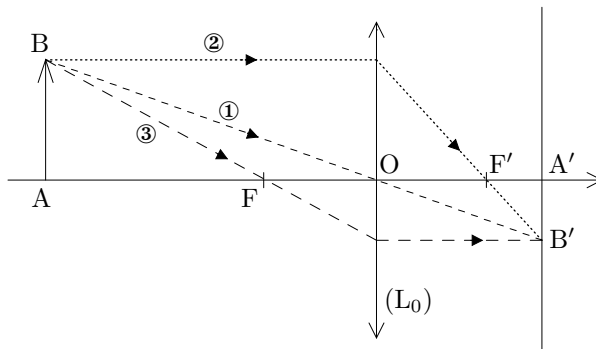
$$f'_0 = \frac{d_2 d'}{d_2 + d'} = 1,5 \text{ cm}$$

L'œil peut avoir principalement quatre défauts :

- La myopie, due à un cristallin trop convergent. Le punctum proximum est plus proche que celui d'un œil normal, mais le punctum remotum se trouve à une distance finie.
- L'hypermétropie, conséquence d'un cristallin pas assez convergent. L'hypermétrope accommode constamment mais peut voir à l'infini. En revanche, son punctum proximum est éloigné.
- La presbytie, diminution de la faculté d'accommodation du cristallin. Le presbyte ne peut plus voir de loin.
- L'astigmatisme, dû à des défauts de symétrie de révolution sphérique. L'œil est alors le siège d'aberrations géométriques.

A.2.2.3 Pour déterminer les foyers objet et image de la lentille (L_0), on utilise les trois rayons fondamentaux provenant de B :

- Le rayon ① passant par le centre O n'est pas dévié, son intersection avec l'écran détermine B'.
- Le foyer image est le point de l'axe optique dont l'objet se trouve à l'infini, appartenant au rayon ②.
- Le foyer objet est le point de l'axe optique dont l'image se trouve à l'infini, appartenant au rayon ③.



L'énoncé n'est pas très clair, mais dans la figure 1 de l'annexe, l'objet AB est nécessairement placé tel que son image appartienne au plan de l'écran.

A.2.3.1 L'œil myope accommode à son punctum remotum. Étant accolé à la lentille (L_2), il faut, pour qu'il voie l'image nette à la sortie du viseur, qu'elle se trouve d'après la question A.2.2.2 à la distance d_2 devant la lentille (L_2).

Si l'on ne place pas l'œil accolé à la lentille, on ne voit plus l'image nette parce que pour l'œil l'objet est plus loin que le punctum remotum.