

Mines Physique et Chimie PCSI 2009

Corrigé

Ce corrigé est proposé par Antoine Senger (Professeur en CPGE) et Tiphaine Weber (Enseignant-chercheur à l'université) ; il a été relu par Emmanuel Loyer (Professeur en CPGE), Thomas Tétart (ENS Cachan), Sandrine Brice-Profeta (Professeur agrégé en école d'ingénieur) et Stéphane Ravier (Professeur en CPGE).

Le problème de physique aborde quelques aspects de la conception d'un appareil photographique. Ses trois parties sont indépendantes.

- La première partie montre la pertinence du téléobjectif à deux lentilles pour photographier un sujet lointain avec autant de détails que possible, tout en limitant l'encombrement du dispositif.
- La deuxième partie explique le fonctionnement d'un flash.
- Enfin, la dernière s'intéresse à la stabilisation de l'image lors de vibrations de l'appareil, grâce à un dispositif qui compense fidèlement les mouvements.

Les thèmes abordés sont très classiques : téléobjectif, pont redresseur à diodes et dispositif de type sismographe. Ce problème ne présente pas de difficulté majeure pour qui connaît bien son cours.

L'épreuve de chimie couvre une bonne partie du programme de première année ainsi que des notions déjà rencontrées au lycée. Les exercices, de facture très classique, comportent un grand nombre de questions de cours ; d'autres portent sur des techniques expérimentales rencontrées lors des séances de travaux pratiques. Ce problème très proche du cours est composé de trois parties indépendantes.

- La première, centrée sur le chlorure d'argent, permet de déterminer son produit de solubilité à l'aide d'une pile de concentration, puis l'énergie réticulaire du cristal en utilisant un cycle thermodynamique.
- La deuxième partie étudie la cinétique de la décoloration d'indicateurs colorés, suivie par spectrophotométrie, puis s'intéresse à leur utilisation pour le dosage pH-métrique d'un mélange d'acides.
- La troisième partie, enfin, est consacrée à la synthèse d'un étheroxyde catalysée par transfert de phase. C'est l'occasion d'explorer la réactivité des alcools et des halogénoalcane. Elle se termine par l'étude du mécanisme de transfert de phase entre les phases aqueuse et organique.

Il s'agit d'un problème complet, abordant de nombreux chapitres du programme tant de physique que de chimie de première année. Les parties étant toutes indépendantes, il peut aussi bien servir à préparer un DS sur un chapitre en cours d'année qu'à faire le point avant les concours ou le passage en spé.

INDICATIONS

Physique

- 1 Comparer d à f' .
- 7 Penser aux lois de Descartes pour la réfraction.
- 10 Comparer l'indice de réfraction du verre pour les radiations bleue et rouge.
- 12 Faire un schéma.
- 16 Comparer v_1 à la tension de seuil typique d'une diode.
- 17 Établir soigneusement l'état, bloqué ou passant, de chacune des diodes en s'aidant de leur caractéristique établie à la question 15.
- 21 Penser à la continuité de la tension aux bornes d'un condensateur.
- 28 Établir le caractère galiléen ou non de \mathcal{R}_{ap} puis faire un bilan des forces détaillé.
- 29 Procéder comme à la question précédente.
- 33 Pour éviter une dérivation un peu lourde, diviser numérateur et dénominateur par x^2 puis poser $X = 1/x$.

Chimie

- 3 Quelles sont les espèces qui peuvent être réduites ou oxydées dans chacun des compartiments ?
- 4 La solution dans le compartiment 1 est saturée en $\text{AgCl}_{(s)}$. La pile n'ayant pas débité, les concentrations en solution sont égales aux concentrations introduites au début de l'expérience.
- 8 Il s'agit d'un cycle de Born-Haber.
- 19 La solution d'une équation différentielle du premier ordre avec second membre est la somme de la solution de cette équation sans second membre, et d'une solution particulière de l'équation complète.
- 20 Exprimer tout d'abord A , A_0 et A_∞ en fonction de x .
- 22 Pour des temps infinis, on peut considérer que l'équilibre est atteint.
- 26 Les acides forts sont totalement dissociés en solution aqueuse. De plus, lors d'un dosage, des réactions dont les constantes d'équilibre sont séparées de deux ordres de grandeur se produisent simultanément.
- 29 Réécrire les équations de dosage en tenant compte des ions spectateurs.
- 32 Discuter de la stabilité de la base conjuguée.
- 34 L'ion hydroxyde peut se comporter comme une base, mais également comme un nucléophile.

PHYSIQUE

ÉTUDE D'UN APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE

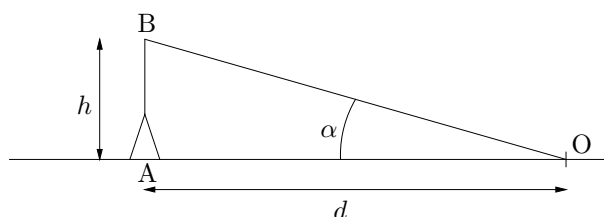
A. ÉTUDE D'UN TÉLÉOBJECTIF

1 On note que d est très supérieur à f' . On peut ainsi faire l'approximation que l'objet à photographier se situe à l'infini. Son image par une lentille convergente se forme donc dans le plan focal image de cette dernière. On en conclut

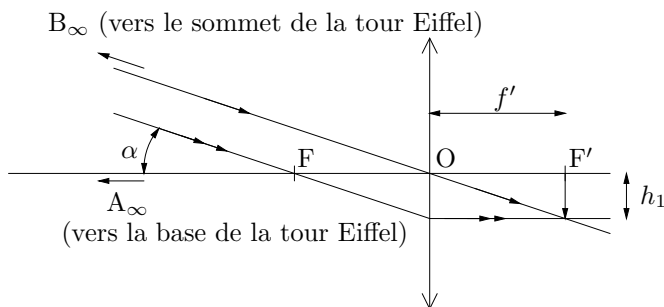
$$D = f'$$

2 La tour Eiffel étant située à l'infini, il convient de définir l'angle, noté α , sous lequel elle est vue depuis le centre optique de la lentille. On déduit du schéma

$$\tan \alpha = \frac{h}{d}$$



On peut maintenant construire l'image de la tour Eiffel à travers la lentille.



3 D'après les deux schémas de la question précédente, on a

$$\tan \alpha = \frac{h}{d} = \frac{h_1}{f'}$$

On en déduit que

$$h_1 = \frac{f'}{d} h = 8,1 \text{ mm}$$

La calculatrice étant interdite, il convient de faire les calculs à la main. Pour cette question comme pour les suivantes, seules les quatre opérations élémentaires sont nécessaires. On peut donc à chaque fois poser le calcul. On pensera à regrouper les puissances de dix, à remplacer une multiplication par 5 par une division par 2 et une multiplication par 10, par exemple.

4 Pour les sujets lointains, l'image se forme dans le plan focal image de la lentille avec un grandissement qui vaut, en valeur absolue,

$$\frac{h_1}{h} = \frac{f'}{d}$$

On comprend qu'il faut augmenter la valeur de la distance focale (toutes choses étant égales par ailleurs) pour photographier au mieux les détails d'un sujet lointain.

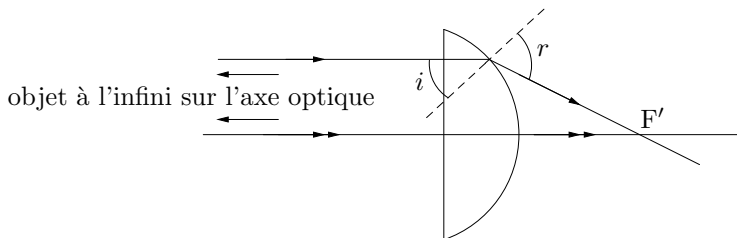
5 Par un raisonnement identique à celui de la question 3, on trouve

$$D = f'_0 = 200 \text{ mm} \quad \text{et} \quad h_2 = \frac{f'_0}{d} h = 32 \text{ mm}$$

On note que h_2 est quatre fois plus grand que h_1 car $f'_0 = 4f'$, ce qui simplifie au passage l'application numérique.

6 Pour un téléobjectif de focale donnée, la taille de l'image est donnée. Si maintenant on réduit la taille de l'écran, comme c'est le cas pour les appareils numériques par rapport aux appareils argentiques, l'image est en partie tronquée. Le cadrage est donc plus serré.

7 L'incidence étant normale sur la face d'entrée de la lentille, le rayon n'y est pas dévié. Sur la face de sortie, le rayon passe d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent ; il s'écarte donc de la normale au plan d'incidence d'après les lois de Descartes pour la réfraction ($r > i$).



8 Un rayon incident parallèle à l'axe optique voit sa marche déviée par la lentille en direction de l'axe optique de cette dernière. Cette lentille est **convergente**.

9 Le foyer image d'un système optique est l'image d'un objet situé à l'infini sur l'axe optique (point F' sur la figure précédente).

Le foyer d'un système optique n'est défini que s'il y a stigmatisme rigoureux, voire approché. Dans le cas contraire, l'image d'un objet situé à l'infini sur l'axe optique n'est pas un point mais une « tache ».

10 La longueur d'onde de la radiation bleue est plus faible que celle de la radiation rouge. Par ailleurs, les lois de Descartes pour la réfraction indiquent

$$\begin{cases} n_R \sin i = \sin r_R \\ n_B \sin i = \sin r_B \end{cases}$$