DS 2 - Physique-chimie

Correction

1 L'appareil photographique

1.1 Objet et image

Q1. Conditions de Gauss : rayons peu inclinés par rapport à l'axe optique et proches de l'axe optique.

Q2. Le diaphragme permet de ne sélectionner que les rayons proches de l'axe optique. Cela permet d'avoir un stigmatisme approché.

Q3. Faire un schéma soigné de la situation en notant AB l'objet et $A'B'$ son image sur le capteur (A est sur l'axe et AB appartient à un plan orthogonal à l'axe). Positionner les foyers principaux et tracer au moins deux rayons lumineux issus de B pour justifier la position de l'image $A'B'$.

Q4. D'après la relation de conjugaison, avec $\overline{OA'} = d$ et $\overline{OA} = -L$, on a :

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{-L} = \frac{1}{f'} \quad \rightarrow \quad \boxed{d = \frac{Lf'}{L - f'}}$$

Q5. Pour le grandissement :

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{d}{-L} = \frac{\frac{Lf'}{L-f'}}{-L} \quad \text{donc} \quad \boxed{\gamma = -\frac{f'}{L - f'}}$$

Or $\gamma = \overline{A'B'}/\overline{AB}$ donc on en déduit :

$$\overline{A'B'} = \gamma\overline{AB} = \gamma h \quad \text{soit} \quad \boxed{\overline{A'B'} = -\frac{hf'}{L - f'}}$$

Q6. $\boxed{\overline{A'B'} = -12{,}53\,\text{mm}}$

Q7. Si l'objet est à l'infini, l'image est dans le plan focal image donc $\boxed{d = f' = 50\,\text{mm}}$

Q8. A mesure que l'objet se rapproche de la lentille, l'image recule. Lorsque l'objet est dans le plan focal objet, l'image est à l'infini, et il n'est pas possible de reculer le capteur à l'infini.
Il existe donc une distance limite L_{min} en dessous de laquelle il ne sera pas possible d'obtenir une image sur le capteur.

Q9. Au maximum, le capteur peut reculer jusqu'à une distance d_{max}. D'après la relation de conjugaison, avec $\overline{OA} = -L_{\text{min}}$ et $\overline{OA'} = d_{\text{max}}$, on a :

$$\frac{1}{d_{\text{max}}} - \frac{1}{-L_{\text{min}}} = \frac{1}{f'} \quad \text{soit} \quad \boxed{L_{\text{min}} = \frac{f'd_{\text{max}}}{d_{\text{max}} - f'}}$$

Q10. $L_{\text{min}} = 550\,\text{mm} = 0{,}55\,\text{m}$.

1.2 Influence de la focale

Q11. D'après la question 5 :

$$\overline{A'B'} = -\frac{hf_1'}{L - f_1'} = -25{,}6\,\text{mm}$$

Q12. Il est possible de voir l'arbre en entier si la photo est prise en format portrait.

Q13. Le téléobjectif ne rapproche pas l'objet mais permet d'en avoir une image plus rande.

1.3 Téléobjectif

Q14. Comme $L \gg f_1'$ le point A_1 se trouve quasiment en F_1' Ainsi $\overline{O_1A_1} \approx f_1'$ Ainsi :

$$\overline{O_2A_1} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1A_1} \quad \text{soit} \quad \boxed{\overline{O_2A_1} = -e + f_1'}$$

? On admet pour l'instant que $\overline{O_2A_1} > 0$. Exprimer alors $\overline{O_2A_1}$ en fonction de f_1' et e.
Q15. Voir cours
On admet pour la suite que le seul cas où l'image formée par une lentille divergente est réelle est lorsque l'objet est entre O et F comme ci-dessus.
Q16. D'après la relation indiquée, le point A_1 doit être entre O_2 et F_2. Ainsi :

$$\boxed{0 \leq \overline{O_2A_1} \leq \overline{O_2F_2} = -f_2'}$$

Ainsi, en remplaçant $\overline{O_2A_1} = -e + f_1'$, on arrive à :

$$\begin{aligned} 0 \leq -e + f_1' \leq -f_2' \\ -f_1' \leq -e \leq -f_2' - f_1' \\ f_2' + f_1' \geq e \geq f_1' \end{aligned}$$

Q17. Avec les valeurs proposée : $f_2' + f_1' = 5\,\text{cm}$, $e = 8\,\text{cm}$ et $f_1' = 10\,\text{cm}$ donc la condition précédente est bien vérifiée.
Q18. La relation de conjugaison pour la lentille L_2 est :

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2A_1}} = \frac{1}{f_2'}$$

Avec $\overline{O_2A_1} = f_1' - e$ et $\overline{O_2A'} = d$, on arrive à :

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f_1' - e} = \frac{1}{f_2'} \quad \text{soit} \quad \boxed{d = \frac{f_2'(f_1' - e)}{f_2' + f_1' - e} = 3{,}3\,\text{cm}}$$

Q19. D'après la formule du grandissement appliquée à la lentille L_2 :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}} = \frac{d}{f_1' - e} \quad \text{soit} \quad \overline{A'B'} = \overline{A_1B_1}\frac{d}{f_1' - e}$$

$\overline{A_1B_1}$ est la taille de l'image après la première lentille L_1. On peut réutiliser la question 5 pour la calculer :

$$\overline{A_1B_1} = -\frac{hf_1'}{L - f_1'}$$

Finalement :

$$\boxed{\overline{A'B'} = -\frac{hf_1'}{L - f_1'}\frac{d}{f_1' - e} = 4{,}17\,\text{cm}}$$

Q20. L'image sur le capteur mesure $4{,}17$ cm alors qu'elle mesurait $2{,}5$ cm pour la lentille de focale 100 mm. Le téléobjectif n'est donc pas équivalent à la lentille convergente de focale 100 mm.

1.4 Exploitation d'une photo (résolution de problème)

Q21. Pour répondre à la question nous devons connaître la taille du Mont Saint Michel sur le capteur (image), et connaissant la distance focale, nous pourrons alors en déduire la taille réelle du Mont Saint Michel (objet).
Pour la taille du Mont Saint le capteur, on mesure sa hauteur sur l'image de la feuille : environ $3{,}2$ cm (mais cela dépend du format d'impression) pour une hauteur totale de l'image d'environ $9{,}2$ cm.
Les $9{,}2$ cm correspondent à la hauteur du capteur de $5{,}7$ mm, on obtient donc la taille du Mont Saint Michel h' sur le capteur :

$$h' = 3,2 \times \frac{0,57}{9,2} = 0{,}20\,\text{cm}$$

On modélise l'objectif de l'appareil photo par une lentille convergente de focale $f' = 18$ mm. L'objet (le Mont Saint Michel) étant à $1{,}46$ km de la lentille, l'image est quasiment confondue avec le foyer image F'. Ainsi $\overline{OA'} \approx f'$.
On peut ensuite utiliser le grandissement :

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{h'}{h} = \frac{18\,\text{mm}}{1{,}46\,\text{km}} = 1{,}23 \times 10^{-5} \quad \text{soit} \quad h = \frac{h'}{1{,}23 \times 10^{-5}} = 160\,\text{m}$$

1.5 Comment expliquer les propriétés des lentilles ?

Q22. On a $\widehat{BCK} = i$, donc dans le triangle BCK, on a $\cos i = \frac{CK}{R}$ soit $\boxed{CK = R\cos i}$. On a $KS = KC + CS = -CK + CS = -R\cos i + R$ soit $\boxed{KS = R\,(1 - \cos i)}$

Q23. Dans le triangle BKF', on a

$$\tan(r - i) = \frac{KB}{KF'} \quad \text{soit} \quad KF' = \frac{KB}{\tan(r - i)}$$

Dans le triangle BCK, on a

$$\sin i = \frac{KB}{CB} \quad \text{soit} \quad KB = R\sin i$$

Ainsi :

$$\boxed{KF' = \frac{R\sin i}{\tan(r - i)}}$$

Q24. Avec $OC = OS + SC = OS - CS = e - R$, on a

$$OF' = OC + CK + KF' = e - R + R\cos i + \frac{R\sin i}{\tan(r - i)}$$

$$OF' = e - R(1 - \cos i) + \frac{R\sin i}{\tan(r - i)}$$

Q25. Un système rigoureusement stimatique donne d'un objet ponctuel (un point) une image ponctuelle. La lentille n'est pas rigoureusement stigmatique car la position du point F' dépend de l'angle d'incidence i et donc de la hauteur h.

Q26. Rayons paraxiaux : rayons proches de l'axe optique. Si on considère une lentille mince (e faible devant R) et des rayons paraxiaux, on peut dire que le système est approximativement stigmatique car nous sommes dans les **conditions de Gauss**.

Q27. Dans les conditions de Gauss, on a $\sin i \approx i$, $\cos i \approx 1$ et $\tan i = \sin i / \cos i \approx i$. Ainsi :

$$OF' \approx e - R(1-1) + \frac{Ri}{i} \quad \text{soit} \quad \boxed{OF' \approx e + R}$$

2 Alliage de cuivre

Q28. Voir cours.

Q29. Il y a $Z = 8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 4$ atomes par maille.

Q30. En utilisant la formule de la masse volumique :

$$\rho = \frac{M(\text{Cu})Z}{N_A a^3} \quad \rightarrow \quad a = \left(\frac{M(\text{Cu})Z}{N_A \rho}\right)^{1/3} = 361\,\text{pm}$$

Il y avait une erreur dans l'énoncé, ($\rho = 8{,}96\,\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ au lieu de $8{,}96 \times 10^3\,\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ce qui amène à $a = 36{,}1\,\text{pm}$.

L'alliage Cu-Ag est utilisé pour augmenter la résistance à la température du matériau. Dans cette structure, les atomes d'argent remplacent les atomes de cuivre aux sommets de la maille CFC.

Q31. Voir cours.

Q32. $Z(\text{Ag}) = 8 \times 1/8 = 1$ et $Z(\text{Cu}) = 6 \times 1/2 = 3$

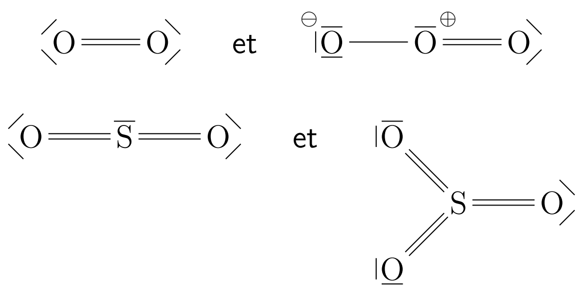
Q33.

$$\rho = \frac{3M(\text{Cu}) + M(\text{Ag})}{N_a a^3} = 8{,}71 \times 10^3\,\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$$

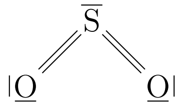
3 Autour du soufre

Q34. La règle du duet concerne l'hydrogène qui s'entoure de 2 électrons de valence. La règle de l'octet concernent les éléments des bloc s et p qui s'entourent de 8 électrons de valence.

Q35.



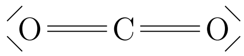
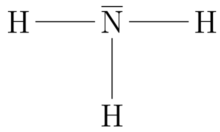
Q36. Les deux molécules sont **planes** et **coudées**. La géométrie du dioxyde de soufre, à cause du doublet non liant, est :



Q37. L'électronégativité d'un élement chimique traduit sa capacité à attirer vers lui des électrons.

Q38. La molécude de dioxyde de soufre SO_2 est **polaire**, alors que la molécule de trioxyde de soufre SO_3 est **apolaire**.

Q39.

 et 

Q40. L'eau est un solvant polaire et protique, qui dissout donc efficacement les composés ioniques, polaires, et capables de former des liaisons hydrogène.

— La molécule de dioxyde de carbone est symétrique, et est donc apolaire. Elle est donc peu soluble dans l'eau.

— La molécule de dioxyde de soufre n'est pas symétrique : elle est polaire. En tant que molécule polaire elle est soluble dans l'eau.

— La molécule d'ammoniac est polaire mais peut également former des liaisons hydrogène. L'ammoniac est donc très soluble dans l'eau.

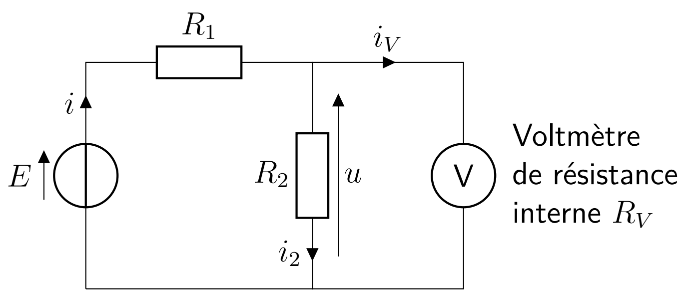
4 Indications données par un voltmètre

Q41.

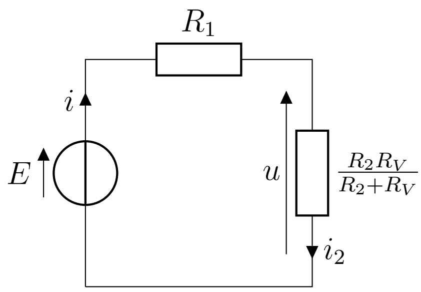
$$u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

Q42. C'est un pont diviseur de tension.

Afin de mesurer la tension aux bornes de la résistance R_2, un voltmètre V de résistance interne R_V est branché en dérivation. Parcouru par un courant d'intensité i_V, l'appareil indique la tension U.



Q43. Le voltmètre possède une résistance interne R_v. On peut alors trouver la résistance équivalente aux résistances R_2 et R_V :



On peut alors appliquer la formule du pont diviseur de tension :

$$u = \frac{\frac{R_2R_V}{R_2+R_V}}{R_1 + \frac{R_2R_V}{R_2+R_V}}E = \frac{R_2R_V}{R_1(R_2+R_V)+R_2R_V}E$$

Établir en fonction de E, R_1, R_2 et R_V l'expression de la tension u.

Q44. Si $\boxed{R_V \to +\infty}$ alors $u \to \frac{R_2R_V}{R_1R_V+R_2R_V}E = \frac{R_2}{R_1+R_2}E$

Dans ce cas $\boxed{i_V \to 0}$.