

1) L'APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE PAR DIFFERENTS ASPECTS (12 points/20)

Un appareil photographique est muni d'un objectif portant l'inscription $f = 50 \text{ mm}$. Dans toute la suite du problème, on assimilera cet objectif à une lentille mince convergente de distance focale f .

L'appareil, de type REFLEX, contient un film 24 poses 24×36 .

A) PRISES DE VUE (8 points/12)

1) Le nombre d'ouverture du diaphragme est positionné sur la valeur $N = 4$.

1.1) Donner l'expression du nombre d'ouverture N en fonction de la distance focale f de l'objectif et du diamètre d'ouverture d du diaphragme. Calculer numériquement d .

1.2) Comment varie l'éclairement du film lorsque N augmente ?

2) On souhaite photographier un objet très éloigné, vu sous un diamètre apparent $\alpha = 2^\circ$.

2.1) Où doit se situer la pellicule sensible par rapport à l'objectif ? (Faire un schéma).

2.2) Déterminer les caractéristiques de l'image se formant sur la pellicule : nature, sens, dimension.

3) On souhaite maintenant photographier une personne de sorte que son image sur la pellicule soit entière et la plus grande possible.

3.1) Compte tenu du format rectangulaire du film, comment faut-il orienter l'appareil ? Quelle sera la hauteur h' de l'image ?

3.2) La personne ayant une taille $h = 1,80 \text{ m}$, à quelle distance doit-elle se trouver de l'objectif pour réaliser cette prise de vue ?
On pourra admettre que l'image est quasiment située dans le plan focal image de l'objectif.

4) La mise au point étant faite sur des objets situés à l'infini, on souhaite apprécier dans ce cas la profondeur de champ de l'appareil. Le diaphragme possède un diamètre d'ouverture $d = 12,5 \text{ mm}$ et les réglages restent fixes.

L'image d'un point objet situé sur l'axe optique de l'objectif est considérée comme floue si le diamètre δ de la tache formée sur la pellicule est supérieur à $0,03 \text{ mm}$.

4.1) Faire un schéma en faisant apparaître les différents éléments nécessaires au calcul : point objet A, lentille + diaphragme, pellicule + tache de diamètre δ et point image A'.

4.2) Calculer la distance p'_i du point image A' par rapport au centre optique de l'objectif.

4.3) Calculer la distance minimale p_i "lentille, objet" pour que l'image sur la pellicule reste nette.

B) CARACTERISTIQUES DE LA PELLICULE (4 points/12)

Une émulsion photographique est caractérisée par la courbe $D = f(\log H)$ donnant la densité optique D en fonction du logarithme de la lumination (encore appelée exposition) H .

- 1) Ecrire la relation définissant H à partir de l'éclairement E , en précisant les unités.
- 2) Donner l'allure d'une courbe caractéristique $D = f(\log H)$, en précisant les diverses zones (surexposition, exposition normale, sous-exposition).
- 3) Exprimer à partir de la courbe précédente la grandeur qui permet de définir le contraste ?
- 4) Qu'appelle-t-on densité de voile ?

II) CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE (8 points/20)

1) Un révélateur contient, entre autre :

- de l'hydroquinone (1,4 dihydroxybenzène)
- du carbonate de potassium anhydre

1.1) Donner les formules chimiques de ces constituants.

1.2) Quelle est le rôle du révélateur ?

2) Le révélateur contient 69 g.L^{-1} de carbonate de potassium. L'ion carbonate réagit avec l'eau et il s'établit un équilibre acido-basique ne faisant intervenir, dans ces conditions, que les ions HCO_3^- et CO_3^{2-} .

2.1) Ecrire cet équilibre : expliquer simplement pourquoi une solution aqueuse de carbonate de potassium est basique. Faire un schéma donnant les zones de prédominance des ions.

2.2) Calculer la concentration molaire initiale $[\text{CO}_3^{2-}]_i$ des ions carbonate mis en solution.

3) Etude du processus de révélation :

3.1) Ecrire les deux demi-réactions électroniques, puis l'équation-bilan de la réaction chimique ayant lieu lors de la révélation entre une couche sensible de bromure d'argent et l'hydroquinone que l'on notera QH_2 tandis que la quinone sera notée Q .

3.2) A l'aide la loi de NERNST, donner l'expression du potentiel d'oxydo-réduction pour chaque couple intervenant dans le développement.

(On appellera E_1 le potentiel redox du couple Ag^+ / Ag et E_2 celui du couple Q/QH_2).

3.3) Dans les conditions du développement, la situation chimique est la suivante :

- concentrations des ions Ag^+ : $[\text{Ag}^+] = 6,75 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$
- concentrations égales de quinone Q et d'hydroquinone QH_2 : $[\text{Q}] = [\text{QH}_2]$
- $\text{pH} = 11,9$

Expliquer, à l'aide d'un calcul numérique simple, pourquoi la réaction de développement est possible.

3.4) La solution de carbonate de potassium, étudiée précédemment, est une solution basique. Pourquoi est-il important que le pH reste franchement basique ? Pourquoi le processus de développement pourrait-il s'arrêter en l'absence de cette solution basique ?

Données : Couple $(\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-})$: $\text{pK}_a = 10,2$

Masses molaires atomiques : $M(\text{K}) = 39 \text{ g.mol}^{-1}$
 $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$
 $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

Loi de NERNST : $E = E^0 + \frac{0,06}{n} \log \frac{[\text{Ox}]^a \cdot [\text{H}^+]^m}{[\text{Red}]^b}$, E étant exprimé en volts.

Potentiels standards redox : Ag^+ / Ag : $E_1^0 = +0,80 \text{ V}$
 Q / QH_2 : $E_2^0 = +0,69 \text{ V}$

