

Tous les exercices sont indépendants et peuvent être traités dans l'ordre choisi par le candidat. **Cependant, aborder chaque exercice sur des feuilles séparées.**

La plus grande importance sera donnée à la qualité de la présentation et à la précision de l'argumentation des réponses.

Toute égalité non homogène ou résultat numérique sans unité sera pénalisé.

Les résultats seront mis en valeur (encadrés, soulignés ...).

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

BON COURAGE !

-----l'usage de la calculatrice n'est pas autorisé-----

CHIMIE : Equilibres de complexation (durée conseillée : 1h20)

EXERCICE 1 : Complexes ion aluminium (III) - ion fluorure (durée conseillée : 35 min)

Le diagramme de distribution des espèces pour les complexes des ions fluorure F^- et des ions aluminium (III) en fonction de $pF = -\log[F^-]$ est donné ci-dessous (Figure 1). Le ligand est monodentate et l'indice de coordination de ces complexes varie de 1 à 5. Les courbes tracées représentent les pourcentages de chacune des espèces comportant l'élément aluminium lorsque pF varie.

- 1) Identifier chacune des courbes (Justifier votre réponse). On écrira précisément la formule chimique de chaque élément.
- 2) Déterminer à l'aide du graphique les constantes de formation successives des ces complexes K_{fi} (Justifier votre réponse) et en déduire la constante de formation globale β_5 du complexe pentacoordiné $Al(F)_5^{2-}$.
- 3) Lire graphiquement le pF pour lequel $[Al(F)_5^{2-}] = [Al(F)_3]$ et retrouver ce résultat par le calcul.

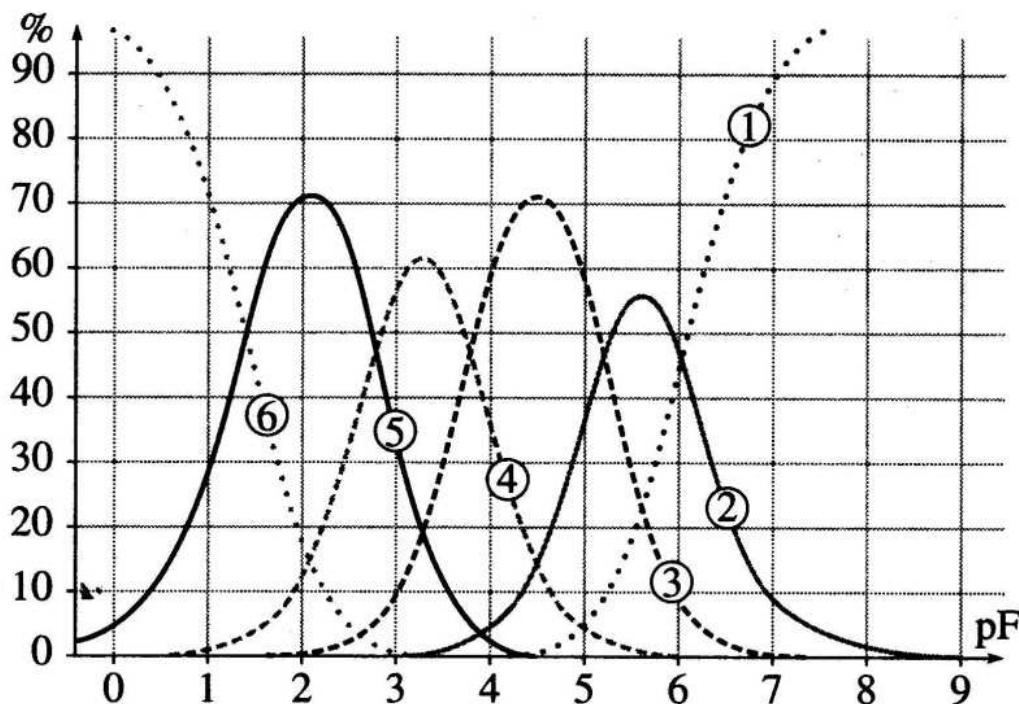


FIGURE 1

EXERCICE 2 : Complexe coloré (durée conseillée : 45 min)

L'ion Fe^{3+} donne avec l'ion SCN^- le complexe $[\text{FeSCN}]^{2+}$, il donne avec l'ion F^- le complexe $[\text{FeF}]^{2+}$. La couleur rouge du complexe $[\text{FeSCN}]^{2+}$ n'est perceptible en solution aqueuse que si sa concentration est supérieure ou égale à $10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$. Le complexe $[\text{FeF}]^{2+}$ est incolore.

Données : A 25°C température de travail, en solution aqueuse

Constantes de dissociation : $[\text{FeSCN}]^{2+} / \text{Fe}^{3+} : \text{pK}_{\text{da}} = 2$ $[\text{FeF}]^{2+} / \text{Fe}^{3+} : \text{pK}_{\text{db}} = 5$.

Constantes d'acidité : $\text{HF} / \text{F}^- : \text{pK}_{\text{A}} = 3,2$ $\text{H}_2\text{O} / \text{OH}^- : \text{pK}_{\text{e}} = 14$

1) Représenter, **en le justifiant**, sur un axe gradué en $\text{pSCN} = -\log(\text{SCN}^-)$ les domaines de prédominance des espèces $[\text{FeSCN}]^{2+}$ et Fe^{3+} .

Faire de même pour les espèces $[\text{FeF}]^{2+}$ et Fe^{3+} , l'axe étant gradué en pF .

2) On introduit dans 1 litre d'eau $2 \cdot 10^{-3}$ mole d'ions Fe^{3+} , 10^{-2} mole d'ions SCN^- et $2 \cdot 10^{-2}$ mole d'ions F^- .

a) Quelles sont les réactions susceptibles de modifier les quantités de matière entre espèces en présence ? Déterminer leur constante d'équilibre et en déduire la réaction prédominante.

b) Déterminer les concentrations des différentes espèces majoritairement présentes à l'équilibre.

c) La solution n'est pas colorée. Le justifier.

3) On ajoute à la solution précédente, sans variation de volume, une solution concentrée de monoacide fort.

a) Justifier qualitativement que l'addition d'acide fort fera apparaître la coloration rouge.

b) La concentration en ions SCN^- a-t-elle sensiblement varié lorsque la coloration rouge apparaît ?

BONUS : c) Détermination du pH de la solution lorsque la coloration rouge apparaît.

c)1- Donner deux relations (E1) exprimant la conservation de l'élément fer(III) en solution et (E2) exprimant la conservation de l'élément fluor en solution.

c)2- Déterminer les concentrations en complexe $[\text{FeF}]^{2+}$, HF et en ions F à l'apparition de la coloration rouge de la solution.

c)3- En déduire la valeur du pH de la solution à l'apparition de la coloration rouge.

Données numériques:

$$\log(8 \times 10^{-3,2}) = -2,3$$

PHYSIQUE : Optique (durée conseillée : 1h40)

EXERCICE 1 : Mesure d'un indice de réfraction par déplacement d'image (durée conseillée : 45 min)

Au moyen d'une loupe on forme sur un écran l'image réelle d'un objet réel plan déposé au fond d'une éprouvette graduée, initialement vide de tout liquide (voir Figure 2).

1) Déterminer par le calcul la position de l'objet par rapport à la loupe pour que son image soit réelle.

On représentera sur un schéma le tracé que l'on justifiera de deux rayons lumineux, l'objet (noté AB - A étant sur l'axe optique -) et l'image A'B'.

On remplit ensuite l'éprouvette d'une hauteur H de liquide (milieu plus réfringent que l'air) ; l'image apparaît alors floue. La loupe et l'écran étant solidaires, on rétablit l'image nette en effectuant un déplacement de l'ensemble d'une distance h (voir Figure 2).

2) Représenter sur un schéma l'image de l'objet à travers le dioptre plan liquide/air à l'aide de deux rayons lumineux issus d'un point de l'objet dont l'un n'est pas dévié à la traversée du dioptre (on justifiera son tracé). Quelle est la nature de l'image ?

3) La loupe étant à la verticale du dioptre, on considère que les rayons ont une faible incidence. Déterminer alors le déplacement h de l'ensemble loupe/écran pour une hauteur d'eau $H=20\text{cm}$ sachant que l'indice de l'eau est 1,33.

On remplace l'eau par du sulfure de carbone pour une même hauteur H . On retrouve une image nette après un déplacement de $h=8\text{cm}$.

4) Déterminer la valeur de l'indice de réfraction du sulfure de carbone (on gardera 2 chiffres significatifs).

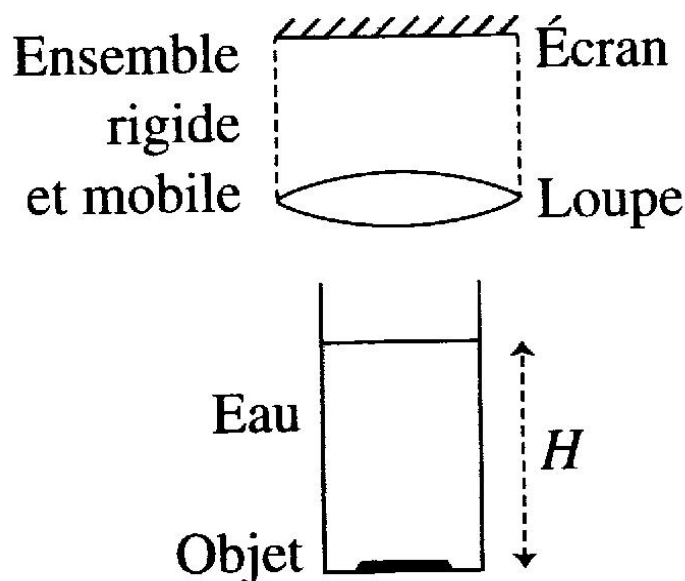


FIGURE 2

EXERCICE 2 : Télescopes (durée conseillée : 55min)

Un télescope de Cassegrain est constitué de deux miroirs sphériques coaxiaux se faisant face, l'un est concave $M_1(S_1, C_1)$ et l'autre est convexe $M_2(S_2, C_2)$.

Les rayons lumineux en provenance d'une étoile $A_\infty B_\infty$ (objet étendu à l'infini avec A sur l'axe optique) sont réfléchis successivement par M_1 et M_2 . Le télescope donne de $A_\infty B_\infty$ une image finale $A'B'$ dans le plan transverse passant par S_1 . Cette image $A'B'$ est $k=3$ fois plus grande que celle $A_1 B_1$ qu'aurait donné M_1 seul (image intermédiaire).

1) Sachant que le rayon de courbure de M_1 vaut $R_1 = \overline{S_1 C_1} = -16\text{cm}$ et que l'image finale est droite par rapport à l'image intermédiaire, déterminer la position et le rayon de courbure du miroir M_2 .

2) Faire le schéma du télescope de Cassegrain (à l'échelle : on pourra prendre 1 carreau pour 1cm) et y faire figurer les images intermédiaire et finale obtenues par le tracé de deux rayons lumineux parallèles issus de l'étoile et inclinés par rapport à l'axe optique.

Remarque : Le miroir M_2 laisse passer les rayons arrivant sur sa face non réfléchissante.

3) Les images intermédiaire et finale sont-elles de même nature (justifier) ?

A la différence du télescope de Cassegrain, le télescope de Newton a son deuxième miroir M_2 plan, formant un angle de 45° avec l'axe optique.

4) **En gardant la même distance entre les deux miroirs**, faire le schéma du télescope de Newton (à l'échelle) et y faire figurer les images intermédiaire et finale obtenues par le tracé de deux rayons lumineux parallèles issus de l'étoile et inclinés par rapport à l'axe optique.

Remarque : Le miroir M_2 laisse passer les rayons arrivant sur sa face non réfléchissante.

5) A quelle distance de l'axe optique se situe l'image finale $A'B'$, sa nature a-t-elle changé par rapport au télescope de Cassegrain (justifier) ?

FIN DU SUJET