

TD : Beer Lambert +reseau

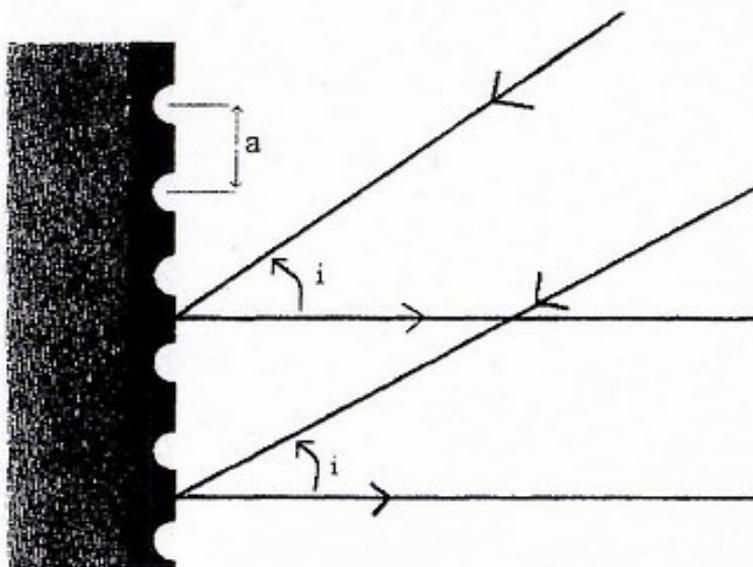
Exercice 1 :

1. Le principe de fonctionnement d'un spectrophotomètre peut être schématisé comme indiqué sur le document 1 de l'annexe.

1.1. Compléter le schéma en indiquant la fonction ou le nom de chacune des parties constituant l'appareil.

1.2. Une lampe à vapeur de mercure conviendrait-elle pour équiper cet appareil ?

1.3. Etude du réseau: On observe des maxima principaux d'absorption tels que pour l'ordre 1 et de longueur d'onde de 600 nm le pinceau diffracté est normal au plan du réseau. (Voir document 2). Dans ces conditions, calculer, pour cette longueur d'onde, l'angle d'incidence i (tel que $a \cdot \sin i = k\lambda$), sachant que le réseau comporte $1,2 \cdot 10^6$ traits par mètre.



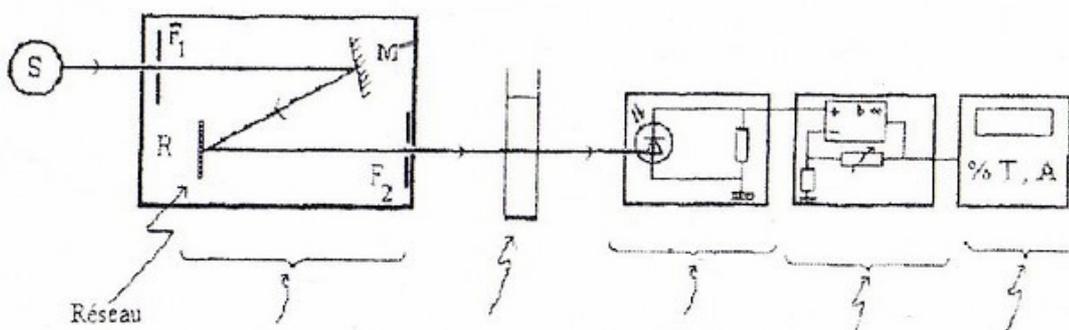
2. Application analytique

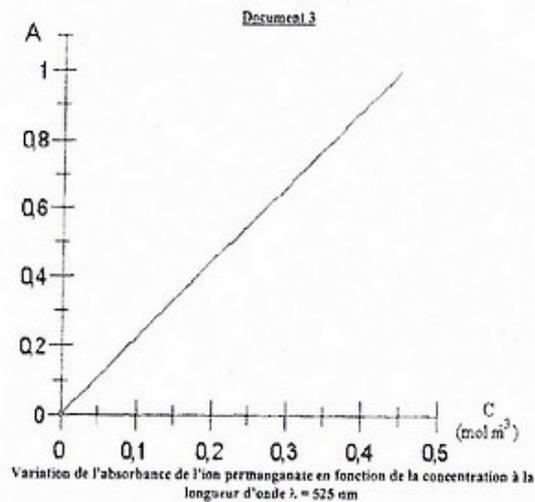
2.1. Définir la transmittance T et l'absorbance A d'une solution.

2.2. Enoncer la relation de Beer-Lambert, en précisant la signification de chaque terme ainsi que les unités dans le système international.

2.3. Une étude préliminaire a montré que la longueur d'onde correspondant à un maximum d'absorption pour une solution aqueuse de permanganate de potassium est $\lambda = 525 \text{ nm}$. A cette longueur d'onde, on mesure l'absorbance d'une gamme obtenue par dilutions successives d'une solution mère de permanganate de potassium avec une cuve de longueur utile égale à 1 cm. Les résultats obtenus ont permis de tracer le graphe en annexe (document 3).

Document 1 (à compléter)





2.3.1. Pourquoi la précision de la mesure de A est-elle optimum à cette longueur d'onde ?

2.3.2. Calculer, à partir du graphe, une valeur expérimentale du coefficient d'extinction linéique molaire du permanganate de potassium à la longueur d'onde sélectionnée.

2.3.3. Dans les mêmes conditions, une solution de permanganate de potassium de concentration inconnue présente une absorbance de 0,774. Calculer la valeur de sa concentration.

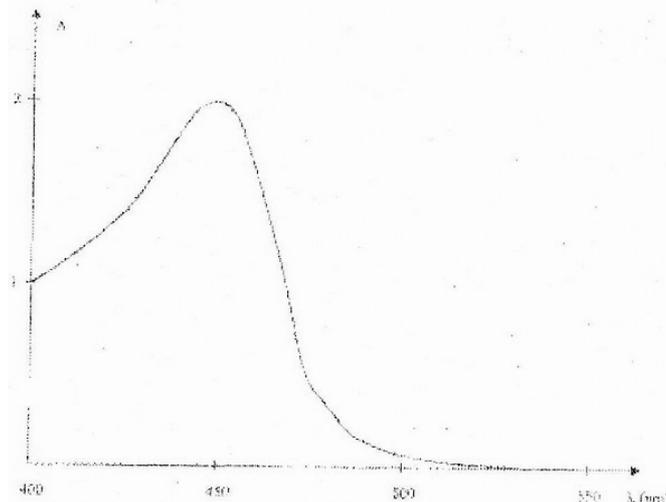
Exercice2 :

1)

1.1. Quelle est la relation de définition de la transmittance T d'un milieu? Donner la relation liant l'absorbance A à la transmittance.

1.2. Exprimer la loi de Beer-Lambert en précisant chaque facteur ainsi que son unité dans un système cohérent.

2) On désire doser des solutions d'acide picrique. On réalise au préalable un spectre d'absorption avec une solution à $1,45 \text{ g.L}^{-1}$ et une cuve de largeur 1 cm. Les résultats conduisent au graphe suivant :



2.1. Comment choisit-on la longueur d'onde de travail λ_t ? Justifier ce choix.

2.2. A cette longueur d'onde, calculer le coefficient d'absorbance linéique molaire. La masse molaire de l'acide picrique est 229 g/mol .

3) En se plaçant à la longueur l'onde λ_t précédente, on dose une solution (S) d'acide de concentration inconnue. La solution est toujours placée dans une cuve de largeur 1cm, l'absorbance vaut alors $A = 0,23$. Déterminer la concentration de (S)

4) La radiation de longueur d'onde λ_t est obtenue à partir d'un réseau à 500 traits par millimètre qui fonctionne en transmission.

4.1. Donner la formule du réseau en précisant sur un schéma les angles et convention de signe.

4.2. Le réseau reçoit de la lumière blanche en incidence normale. On veut sélectionner la radiation λ_t dans le spectre d'ordre 1. Calculer l'angle d'émergence correspondant à cette radiation.

Exercice 3 :

1. Le réseau d'un spectrophotomètre comporte 500 traits par millimètre sur une longueur de 50.0 mm. On l'éclairé à l'aide d'un collimateur à fente dont la fente est placée au foyer d'une lentille de 50,0 cm de distance focale avec une lumière dont la longueur d'onde vaut 589,3 nm.

1.1. Donner la formule du réseau en précisant sur un schéma la convention de signe.

Dans toute la suite du problème, on considère que le faisceau incident est perpendiculaire au plan du réseau.

1.2. Calculer les différentes valeurs de l'angle de diffraction i qui correspondent aux maximums principaux, observés en transmission.

1.3. Reprendre le calcul précédent pour $X = 400$ nm puis 800 nm, en déduire l'ordre maximum dans lequel on pourrait se placer pour isoler la radiation de la première question si le réseau est éclairé en lumière blanche.

1.4. La lumière diffractée est observée à l'aide d'une lunette dont l'objectif a 50,0 cm de distance focale et pointe la radiation de $X = 589,3$ nm. Calculer la distance dans le plan focal de l'objectif de la lunette des centres des deux raies correspondant aux deux composantes du doublet D du sodium (589,00 nm et 589,59 nm) dans l'ordre 2.

2. Le spectrophotomètre précédent est utilisé pour doser une solution inconnue de permanganate de potassium. Un étalonnage à partir de solutions de concentrations connues a donné les résultats suivants :

C en mg/L	0	10	20	30	40	50
T en %	100	69.8	48.6	34.1	23.7	16.6

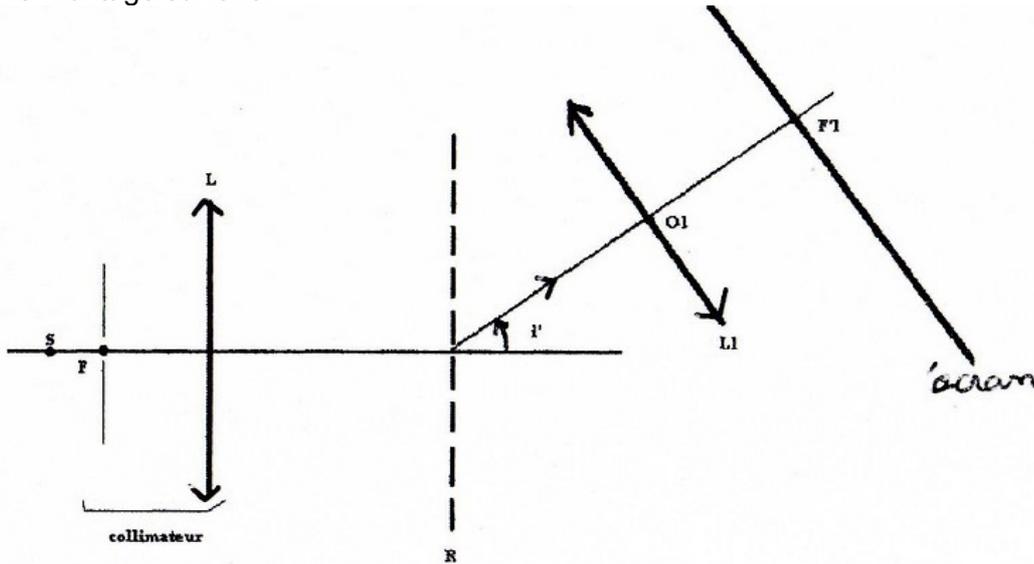
2.1. Montrer que la loi de Beer Lambert est vérifiée.

2.2. Calculer la concentration de la solution X pour laquelle la transmittance est $T = 30,6$ %.

2.3. Quel est le coefficient d'absorbance linéique molaire du permanganate de potassium déduite de cette expérience réalisée à 527,00 nm sachant que sa masse molaire est de 158,04 g/mol ? Exprimez-le dans les unités du Système International. On donne : longueur de solution traversée $l = 1,0$ cm.

Exercice 4 :

1. Donner la formule du réseau en précisant les conventions de signe.
2. On réalise le montage suivant :



Le collimateur est éclairé par une lampe à vapeur de mercure S.
Le réseau R : $n = 700$ traits/mm.

Une plaque photographique P est placée dans le plan focal image de la lentille L_1 avec $f_i = 80$ cm.

a. Déterminer l'angle F pour que la raie verte du mercure $\lambda(v) = 546$ nm se forme en F'_1 dans l'ordre $k = 1$. Sur le schéma représenter la marche du faisceau lumineux qui converge en F'_1 .

b. Dans l'ordre $k = 1$, déterminer l'angle de diffraction $i'(j)$ de la raie jaune du mercure sachant que $\lambda(j) = 577$ nm. Donner la position $x(j) = F'_1J$ de la raie jaune sur la plaque photographique.

c. La raie indigo se forme en I tel que $x(I) = -66$ mm. Déterminer la longueur d'onde $\lambda(I)$ de la raie indigo du mercure. Représenter sur le schéma le faisceau lumineux qui converge en I.

Exercice 5 :

Un réseau comportant 500 traits par millimètre reçoit un faisceau parallèle de lumière blanche dont les longueurs d'onde sont comprises entre 400 et 800 nm. Il est utilisé en transmission et on étudie le spectre diffracté d'ordre + 1.

1. Donner la formule du réseau en précisant sur un schéma la convention de signe.
2. Quelle est la valeur à donner à l'angle d'incidence i pour que le faisceau émergent d'ordre + 1, de longueur d'onde $\lambda = 600$ nm soit perpendiculaire au réseau ?

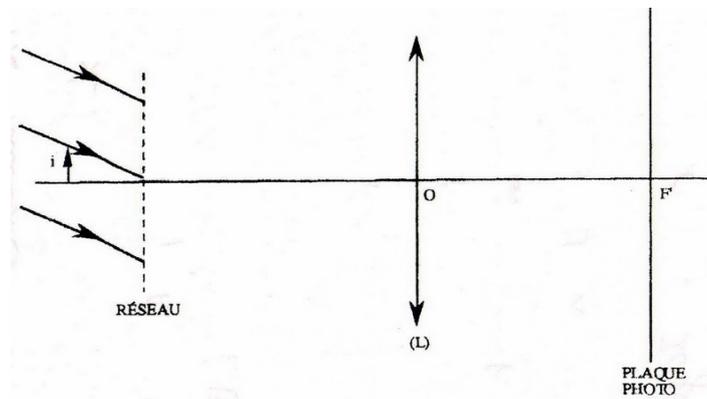
Dans ces conditions, calculer les angles d'émergence des faisceaux de longueur d'onde 400 et 800 nm, appartenant à l'ordre 1.

3. Sans modifier l'angle d'incidence calculé à la question précédente, on place une lentille convergente (L) de distance focale $f = 1,00$ m perpendiculairement à la normale au réseau.

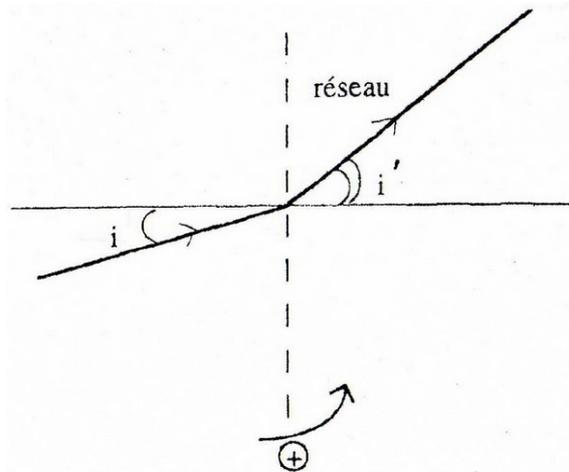
Le faisceau émergent est recueilli sur une plaque photographique dans le plan focal image de (L). (Voir schéma).

3.1. Représenter sur un schéma la marche du faisceau qui converge en F sur la plaque photographique ; quelle est sa longueur d'onde ?

3.2. Sur un autre schéma relatif au même dispositif, représenter la marche des faisceaux de longueur d'onde 400 et 800 nm. Calculer les distances entre F et les bords du spectre d'ordre 1.



Exercice 6 :



Un réseau comportant 800 traits par millimètre est éclairé par un faisceau de lumière parallèle provenant d'une lampe à vapeur de sodium émettant trois radiations visibles de longueurs d'ondes : $\lambda_1 = 568 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 590 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 616 \text{ nm}$.

1. L'angle d'incidence du faisceau sur le réseau étant $i = 15^\circ$, calculer les angles d'émergence obtenus par transmission pour les 3 radiations $\lambda_1 = 568 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 590 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 616 \text{ nm}$ pour l'ordre 1.
 2. Le réseau a une largeur utile de 4 cm. calculer son pouvoir de résolution pour l'ordre 1.
- Ce réseau permet-il de séparer les deux composantes de longueurs d'onde 589nm et 589,6nm du doublet D du sodium?