Physiques – Chimie
TD de Révision

Thème : Cellule photoélectrique + spectro

Données:
h = $6{,}62.10^{-34}$ J.s ; c = 3.10^{8} m.s^{-1} ; e = $1{,}6.10^{-19}$ C ;1 eV = $1{,}6.10^{-19}$ J ; masse de l'électron : $0{,}91.10^{-30}$ kg

Exercice 1 :

1. Une cellule photoélectrique a une cathode recouverte de césium. Le travail d'extraction d'un électron du césium est de 1,9 eV.

1.1. On éclaire cette cathode par 2 radiations électromagnétiques 1 et 2 de longueurs d'onde λ_1=750 nm et λ_2 = 540 nm. Quelle radiation permettra l'effet photoélectrique ? Justifier

1.2. L'intensité de saturation Is de la cellule photoélectrique est proportionnelle au flux énergétique reçu par la cathode. Le rendement quantique r de la cellule représente le rapport entre le nombre n d'électrons émis et le nombre N de photons reçus par la cathode.
Calculer Is si le flux reçu par la cathode est de 0,5 mW pour la radiation λ_2 avec un rendement quantique r = 2.10^{-3}.

2. La cellule précédente est utilisée dans un spectrophotomètre.

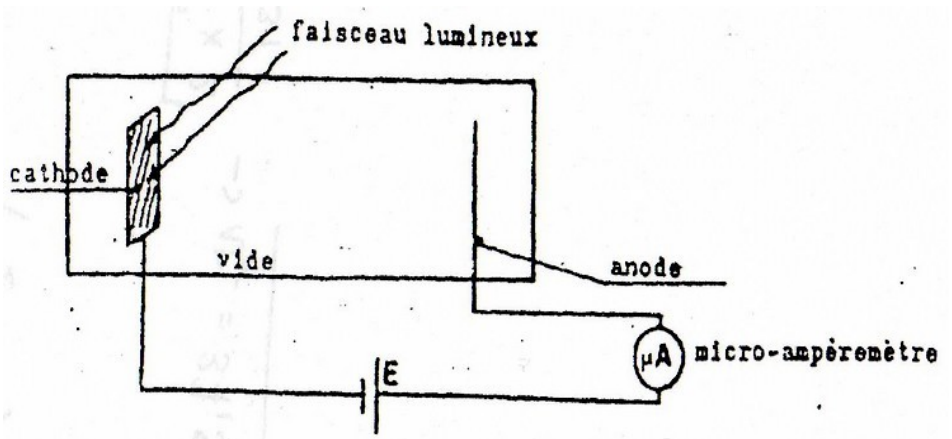
2.1. Faire un schéma de principe d'un spectrophotomètre à simple faisceau, en précisant sommairement le rôle de chaque partie.

2.2. Après avoir fait le blanc avec une cuve d'eau distillée, on mesure avec une solution de $KMnO_4$ une absorbance A = 0,52. En déduire le pourcentage du flux absorbé par le soluté.

2.3. On a travaillé avec une cuve d'épaisseur 1 cm et une solution de $KMnO_4$ de concentration 2.10^{-4} mol.L^{-1}. En déduire l'absorbance linéique molaire (appelée parfois coefficient d'extinction molaire), en unité du système international, pour la longueur d'onde utilisée.

Exercice 2 :

Une cellule photo-électrique est caractérisée par un travail d'extraction de 2,4 e V. La cellule est éclairée par un faisceau polychromatique composé de deux radiations de longueurs d'onde λ_1 = 430 nm et λ_2 = 580 nm.
Il est possible d'éclairer la cellule avec chaque radiation séparée.



1. a) Définissez l'effet photo-électrique.

b) Représentez la variation de l'intensité traversant la cellule en fonction de la différence de potentiel qui existe entre ses bornes.

Faites un schéma électrique qui permet d'effectuer ces mesures.

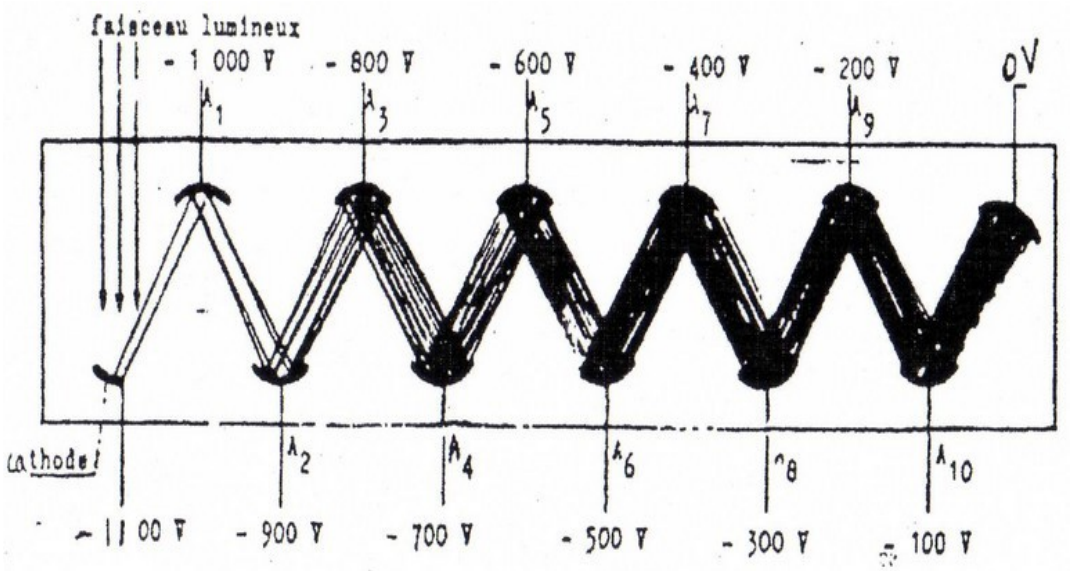
2. Dans la suite du problème, la cellule est d'abord éclairée par le faisceau total, puis par chaque radiation isolée. A chaque question, il y aura donc trois réponses.

a) Y a-t-il effet photo-électrique? Justifiez.

b) Quelle est la vitesse maximale de sortie des électrons de la photo-cathode?

c) Quel est le potentiel d'arrêt? Définissez-le.

Exercice 3 :

Un faisceau éclaire une cathode d'une cellule photoélectrique. Le seuil de cette cathode au césium vaut $f_0 = 4{,}54.10^{14}$ Hz et son rendement quantique r = 0,05. On posera $U = V_{anode} - V_{cathode}$

1. Donner l'allure de la caractéristique : I = f(U).
2. Calculer le travail d'extraction W_0 (en eV) et la vitesse d'un » électron sortant de la cathode si la longueur d'onde de rayonnement émis est λ= 500 nm.
3. Calculer la vitesse d'un électron lorsqu'il atteint l'anode si U= 100 V.
4. Établir la relation entre Is. l'intensité de courant de saturation et la puissance énergétique P reçue par la cathode.
   Faire l'application numérique sachant que $P = 10^{-3}$W
5. L'intensité de ce courant étant faible, on l'amplifie en utilisant les électrons secondaires émis par l'anode A lorsque celle ci est frappée par les électrons provenant de la cathode. Ces électrons secondaires ont une énergie assez faible et doivent être accélérés par une deuxième anode A_2 portée à un potentiel plus élevé. Ils provoquent sur A_2 une émission secondaire et ainsi de suite sur les autres anodes. On admet qu'un électron incident frappant une anode émet K électrons. Le dispositif comporte A anodes.
   Déterminer le courant I à la sortie du photomultiplicateur en fonction de Is, K et A.
   Calculer I sachant que K = 3 et A = 10.