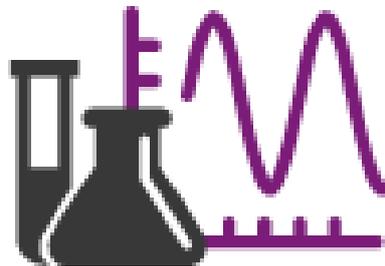


Lundi 18 Décembre 2017

Physique - Chimie



Devoir sur Table n°2

Durée : 1h50

2^{NDES} 4 et 8

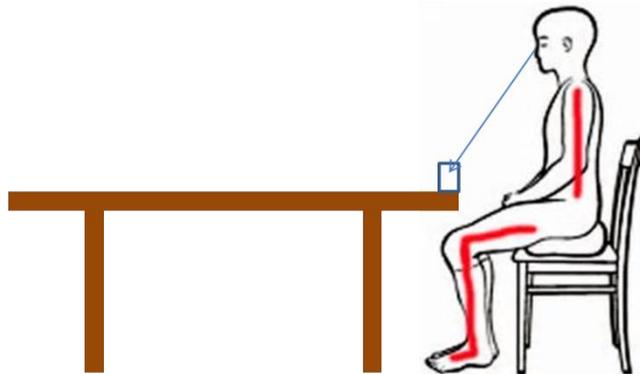
Calculatrice en mode examen autorisée

Le devoir comporte 2 parties, une sur la réfraction, une sur les spectres lumineux.

Soignez votre rédaction.

Partie I : Réfraction - Magie ou physique ? (10 points)

Dans un verre opaque vide posé sur le bord d'une table, on a déposé au fond et au centre une pièce de cinq centimes d'euros. Un observateur se positionne assis face au verre de telle sorte à se trouver à la limite de visibilité du bord de la pièce le plus éloigné de lui. La pièce est donc invisible à ses yeux



On verse alors de l'eau dans le verre et la pièce redevient, comme par magie, visible à l'observateur. Le verre est rempli de telle sorte que seule la moitié de la pièce soit visible. On prend un certain nombre de mesures reportées sur le schéma ci-dessous. Le but du problème est d'expliquer le phénomène puis de déterminer la hauteur d'eau dans le verre.

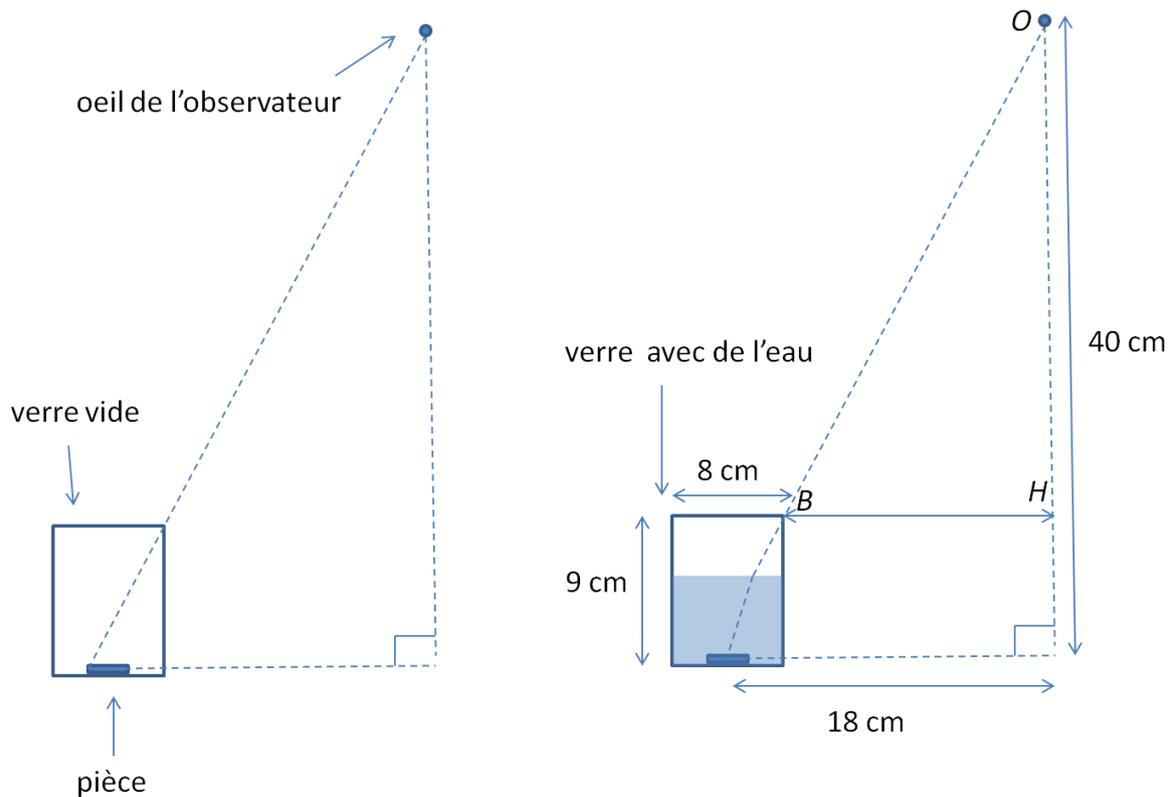


Figure 1

- 1) Expliquer brièvement, en considérant chaque point de la pièce comme source d'un faisceau de rayons, pourquoi la pièce est invisible à l'observateur quand le verre est vide
- 2) Quel est le nom du phénomène physique rendant la pièce à nouveau visible quand le verre contient l'eau ?
- 3) Enoncer les lois relatives à ce phénomène
- 4) On considère un rayon émis par le centre de la pièce (point A sur la figure ci dessous) et atteignant l'œil de l'observateur en frôlant le bord supérieur du verre (point B sur la figure).

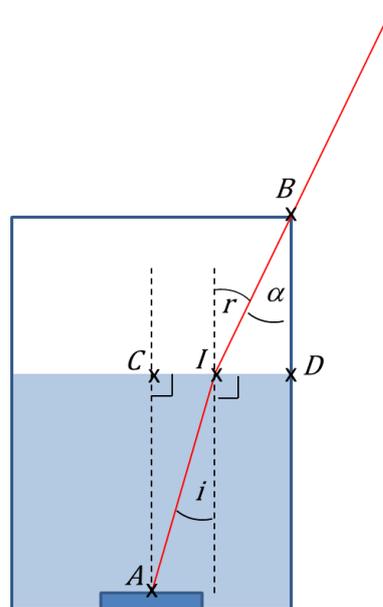


Figure 2

Exprimer la relation entre l'angle d'incidence i de ce rayon au point I de la figure 2 à la surface de séparation entre l'eau et l'air, l'angle de réfraction r auquel il est associé et l'indice de réfraction de l'eau n considéré comme ayant la même valeur sur les différentes longueurs d'onde émises par la pièce

- 5) Que vaut l'angle r vis-à-vis de l'angle $\alpha = \widehat{DBI}$? Justifier
- 6) En utilisant les mesures de la figure 1 et en se plaçant dans le triangle rectangle OHB , calculer la tangente de l'angle α . On rappelle la formule de la tangente :

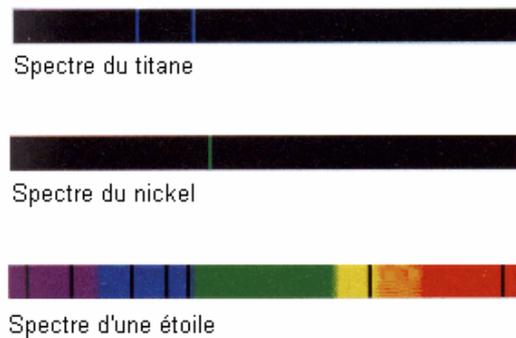
$$\text{Tan}(\alpha) = \frac{\text{côté opposé à l'angle}}{\text{côté adjacent à l'angle}} = \frac{BH}{OH}$$

- 7) En déduire la valeur de α puis de r et enfin de i . (les valeurs seront arrondies à $0,1^\circ$)
- 8) On pose $x = CI$ et $h = CA$. Exprimer DI en fonction de x
- 9) Exprimer la mesure de l'angle \widehat{CAI} en fonction de i
- 10) Exprimer la tangente de l'angle \widehat{CAI} dans le triangle CAI En déduire une expression de x en fonction de h et de $\text{Tan}(i)$

- 11) Exprimer de même la définition de la tangente de l'angle \widehat{DBI} dans le triangle DBI En déduire une autre expression de x en fonction de h et de $Tan(r)$. On négligera l'épaisseur de la pièce
- 12) Résoudre une équation du premier degré en h et en en déduire la hauteur d'eau

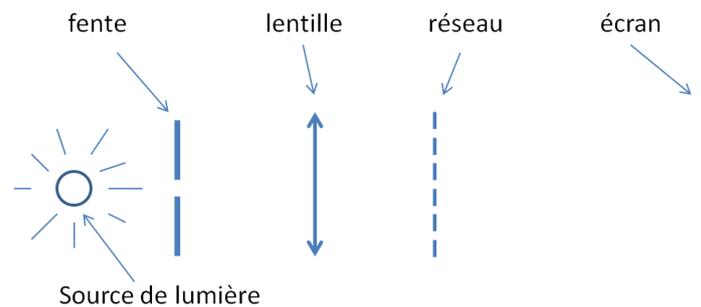
Partie II : Spectres lumineux (10 points):

Exercice 1 (3 points) : On donne les spectres de deux éléments, le titane et le nickel, ainsi que le spectre d'une étoile. Ces spectres ont été réalisés dans les mêmes conditions et les réglages du spectroscopie étaient les mêmes.



- 1) Quel nom donne-t-on aux spectres des deux éléments?
- 2) Comment appelle-t-on les raies noires apparaissant dans le spectre de l'étoile et à quoi sont elles dues ?
- 3) La comparaison du spectre de l'étoile et des spectres de chaque élément permet de faire une affirmation relative à la composition chimique d'une certaine partie de l'étoile. Laquelle? Justifier la réponse.

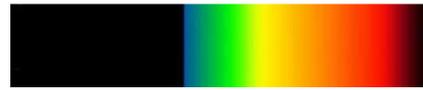
Exercice 2 (5 points) : La figure suivante présente un dispositif permettant d'observer un spectre lumineux



- 1) On place en premier une lampe à filament dont la tension est réglable. Dans quel sens doit on faire évoluer la tension pour passer du spectre 1 au spectre 2 ? Quelle aurait l'allure du spectre si la tension était à son maximum, donnant au filament un éclat blanc.



Spectre 1



Spectre 2

- 2) Les deux spectres précédents ayant été obtenus avec un réseau, où se situerait la raie centrale de l'axe du réseau, à gauche ou à droite des spectres ? Justifier en complétant : Les radiations les plus déviées par un réseau sont celles dont les longueurs d'onde sont ...
- 3) On ajoute, dans le dispositif précédent où la tension de la lampe est au maximum, une solution de permanganate de potassium de couleur rose lilas, et on obtient le spectre suivant.



- a) Donner le nom de ce type de spectre
- b) Où a-t-on placé la solution dans le dispositif ?
- 4) Quelle allure aurait le spectre si on remplaçait la lampe à filament par une lampe à vapeur de sodium (sans la solution de permanganate bien évidemment). Comment nomme-t-on un tel spectre ?

Correction :

Partie I :

- 1) Pour que la pièce ou une partie de celle-ci soit visible il faut que des points de la pièce émettent des rayons qui atteignent l'œil de l'observateur. Or, ces rayons se propageant dans l'air, ils le font en ligne droite. On observe sur le dispositif expérimental que tous les segments reliant un point de la surface supérieure de la pièce et l'œil rencontrent le verre opaque pour obstacle.
- 2) Le phénomène s'appelle la réfraction de la lumière.
- 3) Ce sont les lois de Snell-Descartes qui se scindent en deux. Première loi : A la surface de séparation entre deux milieux transparents, un rayon lumineux subit une déviation appelée réfraction. Le rayon réfracté se trouve dans le plan formé par la rayon incident et la normale à la surface de séparation au point d'entrée de ce rayon. Deuxième loi : Si n_1 est l'indice de réfraction du milieu incident et n_2 celui du milieu de réfraction, i_1 d'incidence et i_2 l'angle de réfraction alors on a la relation :

$$n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$$

- 4) La loi de Snell =-Descartes s'exprime dans le cas de la figure 2 par :

$$n \sin(i) = 1 \sin(r)$$

soit :

$$\sin(i) = \frac{\sin(r)}{n}$$

et pour les amoureux des formules compactes :

$$i = \sin^{-1}\left(\frac{\sin(r)}{n}\right)$$

- 5) $r = \alpha$ car ce sont les mesures de deux angles alterne-interne associés aux deux droites parallèles qui sont la normale en I et la droite (BD) coupées toutes deux par la droite (BI)
- 6) On considère le triangle rectangle d'hypoténuse $[OB]$, O étant l'œil de l'observateur. Notons H le sommet de l'angle droit. On tire des données :

$$OH = 40 - 9 = 31 \text{ cm}$$

$$BH = 18 - 4 = 14 \text{ cm}$$

On utilise la formule de la tangente :

$$\text{Tan}(\widehat{BOH}) = \frac{BH}{OH}$$

ce qui donne :

$$\text{Tan}(\alpha) = \frac{14}{31}$$

- 7) On déduit de ce qui précède :

$$\alpha = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{14}{31}\right) \approx 28,7^\circ$$

$$r \approx 28,7^\circ \quad i \approx 21,2^\circ$$

- 8) On a :

$$DI = DC - IC = 4 - x$$

9) $\widehat{CAI} = i$ (angles alterne-interne de même mesures)

10) On a :

$$\tan(\widehat{CAI}) = \frac{CI}{CA} = \frac{x}{h}$$

Soit :

$$x = h \tan(i)$$

11) On a :

$$\tan(\widehat{DBI}) = \frac{DI}{DB} = \frac{4-x}{9-h}$$

Soit :

$$4-x = (9-h) \tan(r)$$

ou encore :

$$x = 4 - (9-h) \tan(r)$$

12) La hauteur d'eau vérifie l'équation :

$$h \tan(i) = 4 - (9-h) \tan(r)$$

soit en remplaçant les tangentes par leurs valeurs numériques approchées :

En fait une erreur s'était glissée dans l'énoncé, les 18 cm de l'énoncé sont à remplacer par 21 cm, ce qui modifie légèrement les valeurs en :

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{17}{31}\right) \approx 28,7^\circ$$

$$r \approx 28,7^\circ \quad i \approx 21,2^\circ$$

$$\tan(i) \approx 0,388, \quad \tan(r) \approx 0,548$$

$$0,388 h = 4 - 0,548 (9 - h)$$

$$0,388 h = 4 - 4,932 + 0,548 h$$

$$0,932 = 0,16 h$$

$$h = \frac{0,932}{0,16} \approx 5,8 \text{ cm}$$

Partie II :

Exercice 1

- 1) Les spectres des deux éléments sont des spectres de raies d'émission
- 2) Les raies noires du spectre de l'étoile sont des raies d'absorption. Elles sont dues à la présence d'éléments, atomes ou ions, dans l'atmosphère de l'étoile qui absorbent des radiations émises dans la chromosphère émettant un spectre continu et, si le spectre est observé depuis la surface de la Terre, à des éléments de l'atmosphère terrestre.

- 3) Le spectre d'émission du Titane fait apparaître des raies brillantes qui se retrouvent sous forme de raies noires à la même position dans le spectre continu de l'étoile. On en déduit qu'il y a du titane dans l'atmosphère de cette dernière, sachant qu'il n'y en a pas dans l'atmosphère de la Terre. En revanche il n'y a pas de Nickel.

Exercice 2 :

- 1) Pour passer du spectre 1 au spectre 2, qui sont tous deux des spectres continus d'origine thermique, il faudrait augmenter la température du filament donc, pour cela, augmenter la tension. Pour une tension maximale, l'éclat de la lampe étant blanc, le spectre ferait apparaître toutes les couleurs de l'arc en ciel du rouge au violet.
- 2) Les radiations les plus déviées par un réseau étant celles allant vers le rouge, c'est-à-dire, celles de plus grandes longueurs d'onde, l'axe du réseau se situe à gauche des spectres.
- 3) C'est un spectre de bande d'absorption. La solution a été placée entre la fente et la lentille
- 4) Le spectre ferait apparaître une raie jaune orangé intense (qui est en fait un doublet formé d'une raie jaune et d'une raie orange). Ce serait un spectre de raies d'émission.