

**CONCOURS POUR L'ADMISSION EN FORMATION DES INGENIEURS DE L'ECOLE
NATIONALE SUPERIEURE MARITIME AU TITRE DE L'ANNEE 2015**

PHYSIQUE

(Durée : 2 heures)

1^{ère} QUESTION (valeur = 5)

Diffraction de la lumière

On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ (figure 1).

À quelques centimètres du laser, on place successivement des fils verticaux de diamètres connus. On désigne par a le diamètre d'un fil

La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance $D = 2,00$ m des fils. Pour chacun des fils, on mesure la largeur L de la tache centrale.

À partir de ces mesures et des données, il est possible de calculer l'écart angulaire θ du faisceau diffracté.

Figure 1
(Vue du dessus)

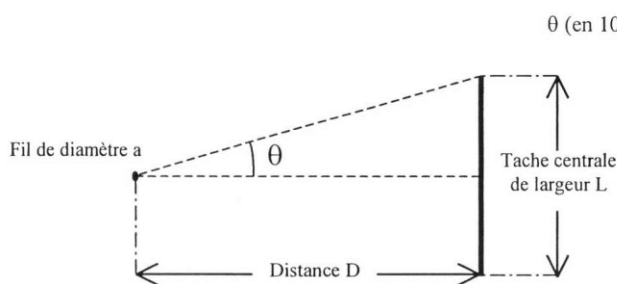
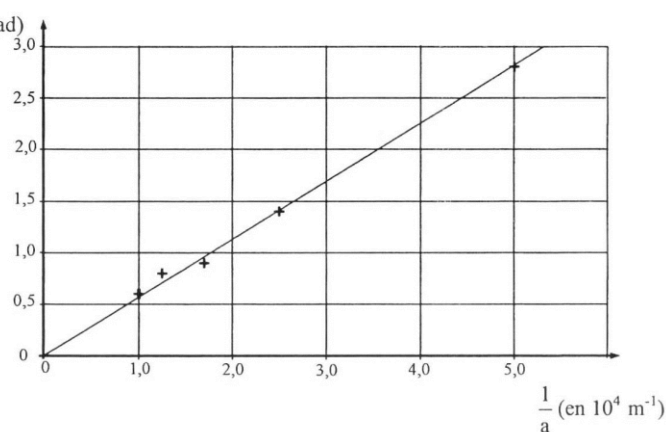


Figure 2



L'angle θ étant petit, θ étant exprimé en radian, on a la relation: $\tan \theta \approx \theta$.

1. Donner la relation entre L et D qui a permis de calculer θ pour chacun des fils.
2. Donner la relation liant θ , λ et a . Préciser les unités de θ , λ et a .

La courbe $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$ est donnée sur la figure 2.

3. Montrer que la courbe obtenue est en accord avec l'expression de θ donnée à la question 2.
4. Déterminer, à partir de la courbe, la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée.

- Si l'on réalisait la même étude expérimentale en lumière blanche, on observerait des franges irisées.*
5. Justifier l'aspect «irisé» de la figure observée en utilisant la relation de la question 2.

2^e QUESTION (valeur = 5)

Echange thermique

On désire chauffer l'eau d'une tasse à l'aide d'un four à micro-ondes. Lorsque les micro-ondes atteignent les molécules d'eau, elles se mettent à osciller $2,45 \times 10^9$ fois par seconde. La mise en mouvement des molécules d'eau produit la chaleur nécessaire pour chauffer l'eau.

Données :

- Le four à micro-ondes est bien isolé et réglé sur la position de puissance : $P = 750 \text{ W}$.
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ kg.L}^{-1}$;
- Capacité thermique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$;
- Energie transférée à un système avec une puissance P pendant la durée Δt : $E = P\Delta t$.
- Volume de la tasse : $V = 33 \text{ cl}$.
- Température initiale de l'eau : $T_i = 18^\circ\text{C}$.
- Température finale de l'eau : $T_f = 90^\circ\text{C}$.

1. Indiquer à quel type d'ondes les micro-ondes appartiennent.
2. Déterminer la longueur d'onde des micro-ondes du four.
3. Calculer la variation d'énergie interne de l'eau contenue dans la tasse.
4. Déterminer combien de temps il faudra pour chauffer l'eau de la tasse.

3^e QUESTION (valeur = 5)

Le GPS

Le GPS (Global Positioning System) comporte une trentaine de satellites en orbites quasi circulaires faisant deux révolutions par jour autour de la Terre. Chaque satellite émet un signal électromagnétique dirigé vers la Terre.

Données :

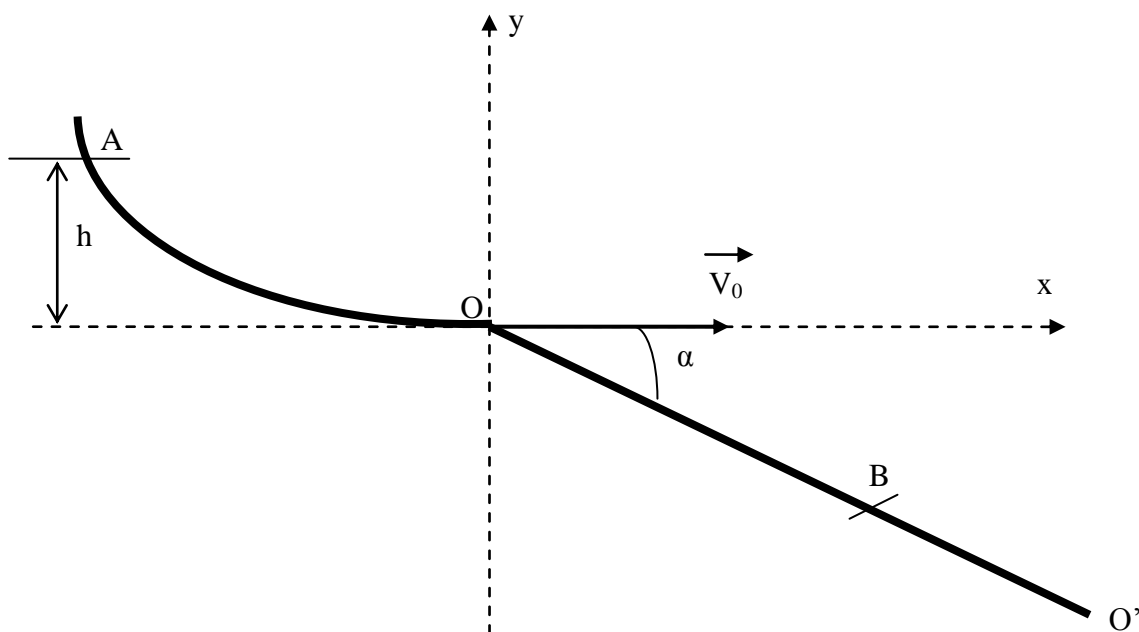
- Célérité de la lumière dans le vide $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Altitude moyenne des satellites GPS $h = 2,00 \times 10^4 \text{ km}$
- Masse de la Terre $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
- Rayon de la Terre $R_T = 6,37 \times 10^3 \text{ km}$
- Constante de gravitation universelle $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}.\text{s}^{-2}$

Le mouvement du satellite est étudié dans le référentiel géocentrique supposé galiléen.

1. Donner les caractéristiques d'un référentiel géocentrique. Les comparer avec celles d'un référentiel terrestre.
2. Montrer que le mouvement d'un satellite GPS de masse m est uniforme en supposant que son orbite est circulaire.
3. Montrer que l'expression de la vitesse du satellite est $v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h}}$ et déterminer sa valeur numérique.
4. Établir l'expression de la période de révolution d'un satellite GPS. Calculer sa valeur et vérifier qu'elle est compatible avec l'information du texte d'introduction.
5. Justifier par le calcul la phrase suivante : « Pour bénéficier d'une précision de 10 m dans la direction de propagation du signal électromagnétique envoyé par un satellite GPS, le récepteur GPS doit mesurer la durée de trajet de ce signal avec une précision d'environ 30 ns. »
6. Déterminer la durée de parcours du signal électromagnétique. En déduire la précision relative sur la mesure de cette durée.

4^e QUESTION (valeur = 5)

Le tremplin de saut à ski



Le tremplin est constitué d'une piste d'élan AO de profil curviligne et d'une piste de réception OO' plane et inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Le skieur de masse m est assimilé à un point matériel noté G. Les frottements sont supposés négligeables et le référentiel terrestre supposé galiléen.

Le mouvement du skieur s'effectue dans le plan vertical (xOy).

Le skieur part du point A sans vitesse initiale et en O sa vitesse, de valeur V_0 , est horizontale.

Données : $h = 50,0$ m ; $m = 80$ kg ; $g = 9,81$ m.s⁻² ; $\alpha = 30^\circ$.

1. Etablir l'expression littérale de V_0 en fonction de g et h . Calculer sa valeur.
2. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du skieur après qu'il ait quitté la piste en O.

3. Donner l'équation de la partie linéaire OO' de la piste de réception en utilisant $\tan\alpha$.
4. Déterminer les coordonnées x_B et y_B du point B où le skieur reprend contact avec la piste.
5. Dédire des coordonnées la longueur $L = OB$ du saut.
6. Calculer la durée du saut.

Nota :

1. *Tout document est interdit. L'usage d'une calculatrice électronique à fonctionnement autonome, non programmable, non programmée, non imprimante, avec entrée unique par clavier est seul autorisé.*
2. *Délits de fraude : « Tout candidat pris en flagrant délit de fraude ou convaincu de tentative de fraude sera immédiatement exclu de la salle (sa note sera égale à zéro) sans préjudice de l'application des sanctions prévues par les lois et règlements en vigueur réprimant les fraudes dans les examens et concours ».*