

Exercices de colles N°1

I-

Interaction gravitationnelle

On rappelle l'expression de l'intensité de la force gravitationnelle s'exerçant entre deux masses m et M : $F = \frac{GmM}{r^2}$ où G est la constante universelle de gravitation et r la distance entre les deux masses.

1. Quelle est la dimension de G ? Donnez son unité dans le système SI.
2. On considère un satellite de masse m effectuant une trajectoire circulaire de rayon R autour de la Terre de masse M . Soit T la période de révolution du satellite. Par analyse dimensionnelle, retrouver la 3ème loi de Kepler de la forme :

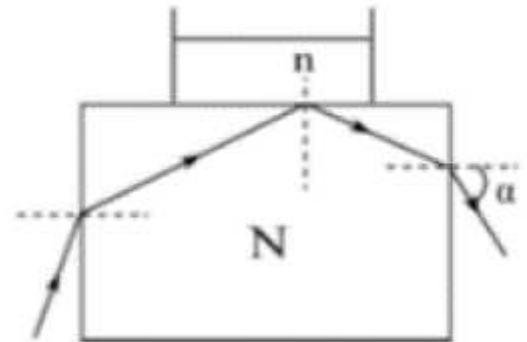
$$\frac{T^\alpha}{R^\beta} = \frac{4\pi^2}{G^\epsilon M^\gamma}$$

On prendra $\epsilon=1$

II-Réfractomètre de Pulfrich

On mesure l'indice n d'un liquide à l'aide d'un réfractomètre de Pulfrich. Pour cela, on dispose d'un cube transparent d'indice N connu placé dans l'air sur lequel on pose une cuve remplie du liquide dont on désire connaître l'indice noté n . Le cube est éclairé par un rayon lumineux dont le trajet est représenté sur la figure ci-contre.

1. Quelle est la condition sur les deux indices pour que le rayon sorte du cube comme indiqué sur le schéma?
2. Montrer que l'indice n doit vérifier la condition $n \leq \sqrt{N^2 - \sin^2 \alpha}$ pour qu'il y ait réflexion totale.
3. Calculer n sachant que $N = 1,626$ et $\alpha = 60^\circ 00'$.



III-La fibre optique

1. Quel phénomène physique permet de guider la lumière dans la fibre, sans perte d'énergie au cours du parcours? Comment doit-on alors choisir n_1 et n_2 ? En supposant que cette condition est remplie, faire un schéma du trajet d'un rayon à travers la fibre, en représentant plusieurs réflexions sur l'interface cœur/gaine.

Cône d'acceptance

2. Établir la condition sur l'angle d'incidence sur le dioptre cœur/gaine pour qu'il s'y produise une réflexion totale.
3. En déduire une condition sur l'angle de réfraction au niveau du dioptre air/cœur.
4. En déduire que ce rayon peut être guidé dans le cœur si le rayon incident parvient dans le cône d'acceptance d'angle au sommet θ_{\max} , déterminer $\sin \theta_{\max} = n_0 \sin(\theta_{\max})$ en fonction de n_1 et n_2

On donne : $\sin \arccos(x) = \sqrt{1-x^2} = \cos \arcsin(x)$.

5. Faire l'application numérique pour : $n_1 = 1,500$ et $n_2 = 1,489$.

Dispersion intermodale

Une impulsion lumineuse arrive à $t = 0$, au point O sur la fibre précédente de longueur L , sous la forme d'un faisceau conique convergent d'axe Ox et de demi-angle au sommet $\theta_i < \theta_{\max}$.

6. Quel rayon a la durée de parcours la plus courte? Déterminer cette durée t_{\min} minimale en fonction de L , n_1 et c .
7. Quel rayon a la durée de parcours la plus longue? Déterminer cette durée t_{\max} maximale en fonction de L , n_1 , c et θ_i .
8. Calculer l'élargissement temporel Δt de cette impulsion à la sortie de la fibre, avec $L = 10$ m et $\theta_i = 8^\circ$.

Cet élargissement temporel correspond au retard intermodal.