

8 décembre 2025

Série 11

1 Champ électromagnétique d'un laser

- (a) Trouvez les valeurs maximales des champs électriques et magnétiques dans les cas suivants :
- une lampe halogène (100 W) à une distance de 1 m.
 - un pointeur laser (5 mW) focalisé en un point (disque) de rayon 1 mm.
- (b) Supposons maintenant qu'un électron libre initialement au repos se trouve dans le champ électrique créé par le pointeur laser du point a). Que vaut l'amplitude d'oscillation x_0 de cet électron libre (masse $m = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg) causée par le champ électrique du pointeur laser, si nous supposons que la radiation du laser est monochromatique et de longueur d'onde $\lambda = 560$ nm ? On néglige la gravité.

2 Queue de comète

On considère une comète orbitant autour du Soleil. La comète contient deux queues : une de poussière (particules neutres) et une autre de plasma (gaz ionisé). Lorsque de la poussière est relâchée par la comète, elle ne continue pas le long de l'orbite, mais elle est poussée radialement par la radiation du Soleil. La radiation a une puissance $P_{tot} = 4 \times 10^{26}$ W.

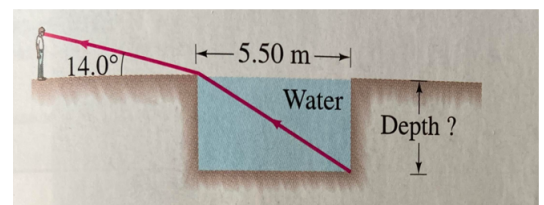


Supposons un grain de poussière parfaitement sphérique de rayon $R = 0.5 \mu\text{m}$, qui absorbe entièrement la radiation du Soleil, tout en étant soumis à son champ de gravité. Quelle doit être la masse m du grain de poussière pour que les forces soient en équilibre ?

Indication : la constante gravitationnelle vaut $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, et la masse du Soleil $M_S = 1.99 \times 10^{30} \text{ m}$.

3 Réfraction sur une surface plane

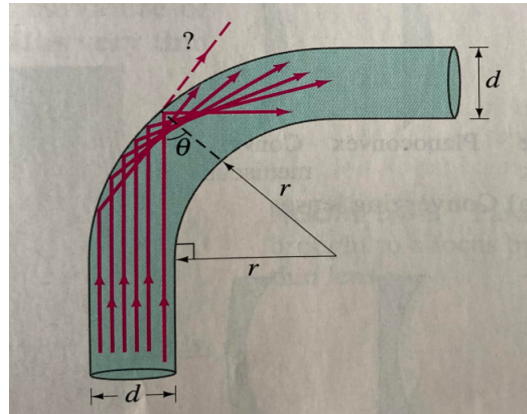
Nous souhaitons déterminer la profondeur d'une piscine remplie d'eau, en utilisant la réfraction de la lumière à sa surface. On mesure la largeur de la piscine ($x = 5.5$ m), et on note que le bord inférieur de la piscine est juste visible à un angle de 14° au-dessus de l'horizontale, comme indiqué sur la figure. Quelle est la profondeur de la piscine ?



4 Réfraction dans une fibre optique

Une fibre optique est un long cylindre transparent de diamètre d et d'indice de réfraction n . Si cette fibre est fortement pliée, une partie de la lumière incidente sur le côté du cylindre peut s'échapper plutôt que se refléter dans la fibre comme indiqué sur la figure.

Si l'on souhaite une totale réflexion interne de la lumière voyageant initialement parallèlement à l'axe de la fibre, quel est le plus petit rayon de courbure que l'on peut se permettre ?

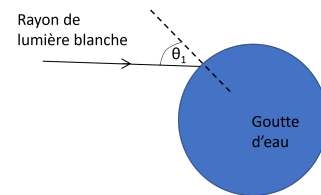


5 Arc-en-ciel

Les arc-en-ciel sont dûs à la réfraction et à la réflexion de la lumière dans les gouttes d'eau qui peuvent rester en suspension dans l'air après un orage. L'indice de réfraction de l'eau dépend de la longueur d'onde de l'onde qui se propage, et donc de la couleur de la lumière.



Couleur	Rouge	Vert	Violet
Longueur d'onde [nm]	660	550	410
n_{eau}	1.331	1.335	1.342



- Pour un rayon de lumière blanche incident à la goutte d'eau avec un angle $\theta_1 = 40^\circ$ par rapport à la normale à la surface de la goutte, trouvez l'angle de réfraction dans la goutte d'eau pour chaque couleur donnée dans le tableau.
- Supposons que le rayon est réfléchi à l'arrière de la goutte. Puis le rayon sort de la goutte après cette unique réflexion. Tracez le chemin d'un rayon d'une des couleurs et marquez les angles. Comment est-ce que ce chemin change avec la couleur ?

6 Composition fréquentielle d'un pulse électrique

Les champs électriques pulsés sont utilisés pour traiter les cellules biologiques dans l'industrie biosourcée. On suppose un pulse de potentiel électrique de la forme :

$$V(t) = \begin{cases} 1 + t/\tau, & \text{si } -\tau < t \leq 0 \\ 1 - t/\tau, & \text{si } 0 \leq t < \tau \\ 0, & \text{si } |t| > \tau \end{cases}$$

Calculer le spectre de fréquences de ce signal (spectre de Fourier) :

$$\tilde{V}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} V(t)e^{i\omega t} dt \quad (23)$$

