



Devoir surveillé 1

Physique-Chimie | TS11

Thème(s) : optique

Durée : 1,5 heures

N.B. : le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

RAPPEL DES CONSIGNES

- Utiliser uniquement un **stylo noir ou bleu foncé non effaçable** pour la rédaction de votre composition ; d'autres couleurs, peuvent être utilisées, mais exclusivement pour les schémas et la mise en évidence des résultats ;
- Ne pas utiliser de **correcteur** ;
- Écrire le mot FIN à la fin de votre composition ;
- Remplir sur chaque copie en MAJUSCULES toutes vos informations d'identification : nom, prénom ;
- Les applications numériques seront faites avec un nombre adapté de chiffres significatifs.

Les calculatrices sont **autorisées**.

Le sujet est composé de **3 parties** qui peuvent être traitées indépendamment. Si besoin, le candidat pourra admettre le résultat d'une question et l'utiliser dans les questions suivantes.

Exercice 1 : si ton cours tu as appris, des points tu auras.

1.1 - Formules des cours

Pour chaque question, citez la formule demandée, précisez la signification de chaque grandeur employée et faites un schéma.

- ① Loi de la réflexion de *Snell-Descartes*.
- ② Loi de la réfraction de *Snell-Descartes*.

1.2 - application de cours

Nous considérons un rayon lumineux passant d'un milieu d'indice optique n_1 vers un milieu d'indice n_2 .

- ③ Montrer que si l'on passe dans un milieu plus réfringent $n_2 > n_1$ alors l'angle réfracté r est plus petit que l'angle incident i ($r < i$).
- ④ Montrer que si l'on passe dans un milieu moins réfringent $n_2 < n_1$ alors l'angle réfracté r est plus grand que l'angle incident i ($r > i$).

1.3 homogénéité d'une formule

Dans cet exercice, nous supposons que :

- v, v_0 sont des vitesses ;
- l, l_0 sont des longueurs ;
- h, h_0 sont des hauteurs ;
- ω, ω_0 sont des pulsations ;
- t, τ sont des temps ;
- u_s, u_e sont des tensions ;

Déterminer si les expressions suivantes sont homogènes :

⑤

$$v = v_0 (1 - e^{-t/\tau})$$

⑥

$$\frac{h}{h_0} = \frac{4\pi}{\omega\tau} (1 + \sin(\omega_0 t))$$

⑦

$$\frac{u_s}{u_e} = \frac{1 + \frac{\omega}{\omega_0}}{1 + \frac{2\pi}{3} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$$

⑧

$$h = h_0 \sqrt{\frac{l_0^2}{h_0^2} - \sqrt{\cos \frac{v_0 t}{h_0}}}$$

Exercice 2 : Comparaison de puissance

d'après BAC STI2D 2025

Soit $E = \int_0^{60} p_i(t) dt$ l'énergie accumulée pendant une durée 1 min = 60 s. $p_i(t)$ représente la puissance instantanée à l'instant t .

Nous donnons l'équation de la puissance instantanée :

$$p_i(t) = a - b \sin(\omega t) \quad (1)$$

- 9) Quelle est l'unité de l'énergie E en unité du système internationale (m, s et kg).
 10) En déduire l'unité de la puissance.
 11) Pour que l'équation 1 soit homogène, préciser l'unité des termes a , b et ω .
 12) Soit

$$P(t) = at + \frac{b}{\omega} \cos(\omega t)$$

. Montrer que P est une primitive de p_i .

- 13) Calculer la valeur de l'énergie E accumulée pendant 60 s. On donne $a = 12,25$ mW, $b = 13,91$ mW et $\omega = 12\,466$ rad s⁻¹

Nous avons mesuré cette énergie par ailleurs $E_{\text{mes}} = 0,720 \pm 10 \times 10^{-3}$ J. Nous rappelons la formule de l'écart normalisé :

$$z = \frac{|E - E_{\text{mes}}|}{u(E)}$$

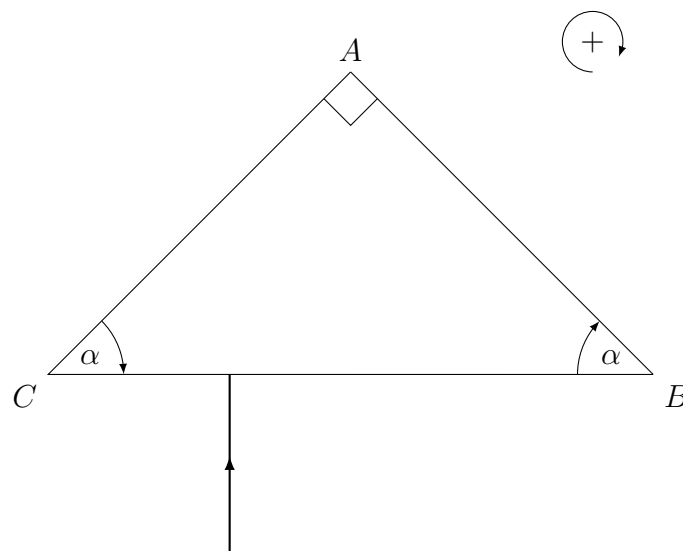
- 14) Calculer la valeur de l'écart normalisé et discuté de l'accord entre le modèle et la mesure.

Exercice 3 : prisme réflecteur

La mesure précise de distances se fait à l'aide d'un système très simple : on vise un dispositif réflecteur à l'aide d'un laser. Le laser émet une onde pulsée qui est réfléchi, il suffit alors de mesurer l'instant de réception de l'impulsion réfléchi pour connaître la durée de propagation de l'onde.

On utilise très souvent des prismes pour constituer le dispositif réflecteur, l'objet de cet exercice est d'en étudier un.

Dans cet exercice, nous supposons que l'indice optique de l'air vaut l'indice optique de l'air : $n_0 = 1,000$.



- 15) Quelle est la valeur de α . Justifier.

Méthode 1 : incidence normale à l'hypoténuse

Un rayon arrive sur l'hypoténuse $[BC]$ sous incidence normale.

- 16) Rappeler ce que signifie "sous incidence normale".

17 Tracer qualitativement, en reproduisant le schéma sur votre copie, le prolongement du rayon après avoir rencontré la face $[BC]$, on tracera en pointillés les normales à chaque dioptré rencontré. On considèrera qu'il y a une réfraction et réflexion à chaque dioptré.

On étudie le comportement de la lumière à l'interface $[AC]$ entre le verre et l'air.

18 Peut-il y avoir une réflexion totale à cette interface ? Justifier.

19 Montrer que la réflexion totale a lieu à condition que $n \geq \sqrt{2}$.

20 On prend $n = 1,5$, justifier alors le nom de prisme «réflecteur».

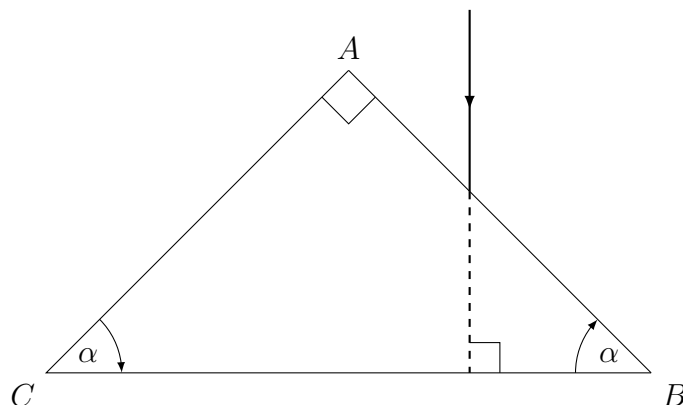
21 Montrer que la distance parcourue par le rayon lumineux dans le prisme est égale à la longueur BC de l'hypoténuse.

22 Quel doit être l'angle d'incidence sur le dioptré BC pour que le rayon traverse le dioptré AC avec un angle de réfraction de $\frac{\pi}{2}$? On prendra encore $n = 1,5$.

23 Tracer qualitativement, en reproduisant la figure sur votre copie, le prolongement du rayon après avoir rencontré la face $[BC]$, on tracera en pointillés les normales à chaque dioptré rencontré.

Méthode 2 : réflexion sur la base

Dans cette seconde méthode, le rayon pénètre en face de l'hypoténuse comme indiqué sur la figure ci-dessous :



24 Sachant que les rayons ressortent par la face AC , tracer qualitativement, en reproduisant la figure sur votre copie, le prolongement du rayon après avoir rencontré la face AB . On considère que la réflexion sur la face BC est totale.

25 Montrer que pour qu'il y ait réflexion totale sur la face $[BC]$, la condition suivante doit être respectée :

$$\frac{\pi}{4} - \arcsin\left(\frac{n_0}{n} \sin\left(\frac{\pi}{4}\right)\right) \geq \arcsin\left(\frac{n_0}{n}\right)$$

26 En prenant $n = 1,5$, la réflexion sur BC peut-elle être totale ? Et 2,5 ?

On admet que les distances parcourues dans le prisme sont les mêmes pour les deux méthodes.

27 Comparer les durées de parcours dans le prisme pour chacune des deux méthodes (méthode 1 avec $n = 1,5$ et méthode 2 avec $n = 2,5$). Quelle méthode semble être la plus pertinente ?

Fin