

NOM :

Interrogation de physique N°1
Lundi 6 septembre 2021 - 10 minutes

1. Répondre par vrai ou faux :

- 1) La lumière est une onde électromagnétique.
- 2) La fréquence d'une vibration optique visible est de l'ordre de 10^{14} Hz.
- 3) Une lampe à vapeur de sodium est plus cohérente qu'une lampe blanche.
- 4) Les longueurs d'onde de la lumière visible vont de 400 à 800 μm environ.
- 5) Le trajet optique est proportionnel à la durée de propagation de la vibration lumineuse, il s'exprime en secondes.

2. Exercice :

Une source située en S_0 émet une onde quasi-monochromatique de longueur d'onde moyenne $\lambda_0 = 0,600 \mu\text{m}$, de temps de cohérence $t = 1 \text{ ns}$, et d'amplitude maximale a . Cette onde se propage jusqu'à un point M.

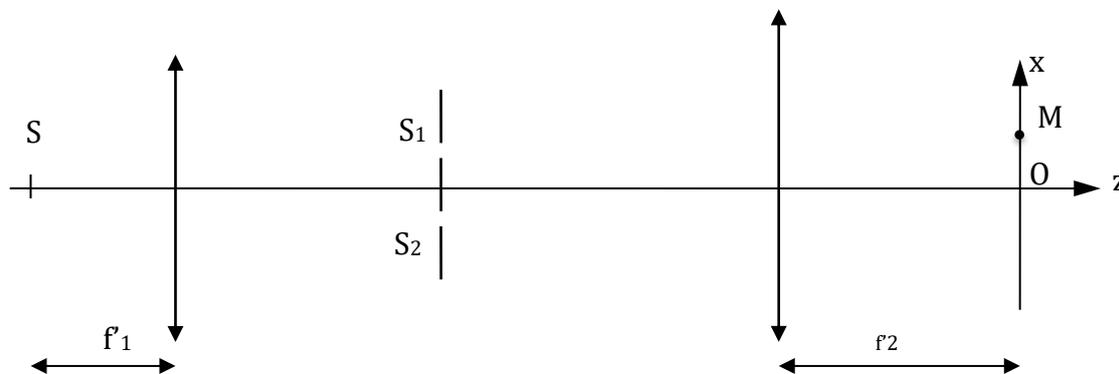
- 1) Ecrire l'amplitude instantanée au point M en explicitant les termes.
- 2) Quelle est la longueur de cohérence de la source ?
- 3) Deux photons émis par cette source arrivent au même instant en un point M d'un écran, mais l'un des deux a parcouru un trajet supplémentaire de 3m dans le vide. Les deux photons proviennent-ils du même train d'onde ?

NOM :

Interrogation de physique N°2
Lundi 13 septembre 2021 - 10 minutes

Fentes d'Young :

On considère un montage de fentes d'Young avec lentilles, éclairé par une source S ponctuelle et monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 577 \text{ nm}$.



- 1) Quelle est la couleur de la source ?
- 2) Tracer sur le schéma les rayons interférant en M.
- 3) Définir et calculer la différence de marche en M.
- 4) L'amplitude en M due au rayon passant par S_1 s'écrit $a_1(M,t) = a_0 \cdot \cos(\omega t)$. Comment s'écrit l'amplitude en M $a_2(M,t)$ due au rayon passant par S_2 ?
- 5) Comment s'écrivent les amplitudes complexes correspondantes $\underline{a}_1(M,t)$ et $\underline{a}_2(M,t)$, et l'amplitude complexe résultante $\underline{a}(M,t)$ au point M ?
- 6) Calculer l'intensité $I(M)$ au point M en utilisant la formule :

$$I = \frac{1}{2} \langle \underline{a}(M, t) \cdot \underline{a}^*(M, t) \rangle$$

On rappelle que \underline{a}^* désigne le conjugué de \underline{a} .

NOM :

Interrogation de physique N°3
Lundi 27 septembre 2021 – 15 minutes

On considère un interféromètre de Michelson réglé aux anneaux, éclairé par une lampe à vapeur de sodium comprenant deux raies de longueurs d'onde proches.

- 1) Comment éclairer l'interféromètre ?
- 2) Démontrer à l'aide d'un schéma le plus réduit possible la forme de la différence de marche en un point du champ d'interférences (on définira les notations).
- 3) On place en sortie une lentille de focale $f' = 500$ mm, et un écran. Comment doit être placé cet écran ? Quelle figure d'interférences observe-t-on sur cet écran ?
- 4) On place un détecteur au foyer image de la lentille de sortie. Quelle est la différence de marche en ce point ?
- 5) Schématiser les variations de l'éclairement observé sur le détecteur en fonction de x , distance dont on a déplacé le miroir mobile depuis le contact optique.
On revient au contact optique et on pivote le miroir mobile d'un angle faible.
- 6) Définir le terme « contact optique ».
- 7) Faut-il modifier l'éclairage de l'interféromètre ?
- 8) Les franges sont-elles délocalisées ou localisées (dans ce cas indiquer le lieu de localisation) ?
- 9) Comment doit-on faire pour observer les franges sur un écran ?
- 10) Sur l'arête du coin d'air, observe-t-on une frange claire ? Une frange sombre ? Ni l'une ni l'autre ?

NOM :

Interrogation de physique N°4
Lundi 4 octobre 2021 – 15 minutes

On considère un réfrigérateur ditherme fonctionnant de manière réversible entre une source chaude à 27°C et une source froide à 7°C .

Le fluide frigorigène décrivant le cycle est assimilé à un gaz parfait. Il n'y a pas de changement d'état. Le cycle se compose de deux adiabatiques et de deux isothermes.

1. Modéliser le réfrigérateur en faisant apparaître les échanges énergétiques.
2. Donner les signes des échanges.
3. Donner les expressions des premier et deuxième principes.
4. Définir et exprimer l'efficacité de ce réfrigérateur en fonction des températures des sources.
5. Calculer numériquement l'efficacité.
6. Dessiner l'allure du cycle dans un diagramme de Clapeyron en indiquant les isothermes et les adiabatiques et le sens de parcours.
7. Peut-on rafraîchir la cuisine en laissant la porte du réfrigérateur ouverte ?

NOM :

Interrogation de physique N°5
Lundi 11 octobre 2021 - 10 minutes

1. Énoncer le premier principe de la thermodynamique pour les systèmes ouverts en régime stationnaire (en termes d'énergie massique).

L'équation locale traduisant le bilan de particules est :

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -\frac{\partial J_n}{\partial x} + \sigma$$

2. Donner la définition des grandeurs n , J_n et σ .

3. Pourquoi les dérivées sont-elles « rondes » ?

4. Comment s'écrit cette équation en régime stationnaire ?

NOM :

Interrogation de physique N°6
Mardi 19 octobre 2021 – 20 minutes

L'équation locale traduisant le bilan d'énergie s'écrit :

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{\partial J_Q}{\partial x} + p_{vol}$$

1. De quelles variables dépend T ?
2. Donner le nom et l'unité des grandeurs ρ , C , J_Q et p_{vol} .
3. Écrire la loi de Fourier et la projeter selon Ox .

On considère un mur parallélépipédique de conductivité thermique λ , de section S , limité par les abscisses $x = 0$ et $x = L$, et dans lequel règne un champ de température stationnaire.

Il est plongé dans l'air à température T_{ext} pour $x \leq 0$, et T_{int} pour $x \geq L$.

C'est l'été : on suppose $T_{ext} > T_{int}$.

Aucune puissance thermique n'est produite dans ce mur.

4. Faire un schéma faisant figurer L , S , \vec{J}_Q . (là ->)
5. Quelle grandeur est conservée ? Exprimer cette grandeur en fonction des données.
6. Définir et exprimer la résistance thermique de conduction du mur.

En réalité, $T(0) \neq T_{ext}$ et $T(L) \neq T_{int}$, car à chaque interface du milieu se produit un transfert conducto-convectif donné par la loi de Newton ; on a par exemple en $x = 0$:

$$\delta Q = -h(T(0) - T_{ext}) \cdot S \cdot dt$$

7. Comment s'écrit le transfert conducto-convectif en $x = L$?
8. Définir et calculer la résistance thermique de conducto-convection R_{cc} en $x = 0$ et en $x = L$.
9. Redéfinir et exprimer la résistance thermique totale du mur.

NOM :

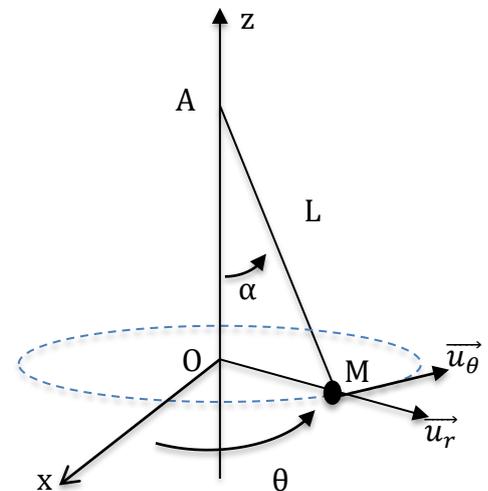
Interrogation de physique N°7
Lundi 8 novembre 2021 - 15 minutes

1) Ecrire les lois de composition des vitesses et des accélérations pour un mouvement de translation de R' par rapport à R ;

On considère un pendule conique, constitué d'un pendule de longueur L et masse m , accroché en A et tournant autour d'un axe Oz à vitesse angulaire $\vec{\omega} = \omega \cdot \vec{u}_z$ avec $\omega = \text{cte}$.

Le référentiel lié au sol est le référentiel absolu.
 Le référentiel relatif est en rotation à $\vec{\omega}$ par rapport à R.

On s'intéresse à l'équilibre relatif du pendule : l'angle α est constant, la trajectoire est circulaire.



2) Quel est le rayon de la trajectoire ?

3) Quelle est la vitesse relative du pendule ? Quelle est l'accélération relative ?

4) Dessiner puis écrire l'expression de la vitesse d'entraînement en fonction de L , α , θ leurs éventuelles dérivées, et un vecteur unitaire.

4) Dessiner puis écrire l'expression de l'accélération d'entraînement, dans le repère $0, \vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z$.

5) Donner l'expression de l'accélération de Coriolis. Pourquoi est-elle nulle ici ?

NOM :

Interrogation de physique N°8
Lundi 15 novembre 2021 – 15 minutes

Mécanique du point et du solide :

1. Comment s'écrit le théorème du moment cinétique pour un point matériel dans un référentiel galiléen ? Dans un référentiel non-galiléen ?
2. Comment s'écrit le théorème scalaire du moment cinétique pour un solide en rotation autour d'une axe fixe dans un référentiel galiléen ?
3. Comment est défini le poids ? Expliciter les termes intervenant dans l'équation proposée.

Mécanique des fluides :

4. Écrire l'équivalent volumique des forces de pression.
5. Écrire l'équation locale de la statique des fluides en référentiel galiléen, pour un fluide plongé dans le champ de pesanteur \vec{g} .
6. Projeter cette équation sur un axe vertical ascendant.
7. En déduire la pression au fond d'une piscine de 2m de profondeur, en prenant $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$. La pression à la surface de l'eau est $P^0 = 1,0 \text{ bar}$.

NOM :

Interrogation de physique N°9
Lundi 6 décembre 2021 – 10 minutes

1) Définir la viscosité d'un fluide et donner son unité ; faire un schéma permettant de visualiser les grandeurs introduites.

2) Dans le cas d'une sphère dans un fluide en écoulement, donner la forme du nombre de Reynolds. Dans quel domaine de Re la traînée sur une sphère est-elle linéaire en \vec{v} ?

On considère un écoulement de fluide visqueux et incompressible (viscosité η) dans une conduite cylindrique d'axe Oz de rayon R, longueur L, et soumis à une différence de pression $\Delta P = P(0) - P(L)$. Le champ de vitesses stationnaire eulérien s'écrit en coordonnées cylindriques :

$$\vec{v} = v(r) \cdot \vec{u}_z$$

On donne en cylindriques :

$$\overrightarrow{\text{grad}} f = \frac{\partial f}{\partial r} \vec{e}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial f}{\partial \theta} \vec{e}_\theta + \frac{\partial f}{\partial z} \vec{e}_z ; \text{div}(\vec{v}) = \frac{1}{r} \frac{\partial(r \cdot v_r)}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial v_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial v_z}{\partial z}$$

On rappelle l'équation de Navier-Stokes :

$$\rho \frac{D\vec{v}}{Dt} = -\overrightarrow{\text{grad}} P + \rho \vec{g} + \eta \Delta \vec{v}$$

3) Quelle est l'unité des termes de cette équation ? Que représentent les termes du second membre de l'équation ?

4) Calculer l'accélération particulaire de cet écoulement.

4) Pourquoi la vitesse \vec{v} ne dépend-elle pas de z ?

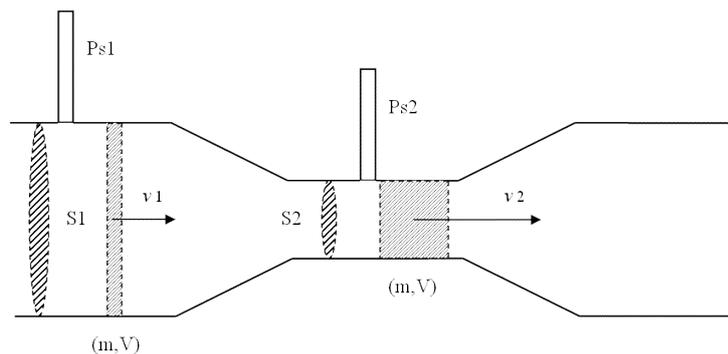
NOM :

Interrogation de physique N°10
Lundi 13 décembre 2021 – 15 minutes

1) Enoncer l'équation d'Euler.

2) Enoncer le théorème de Bernoulli avec ses hypothèses, dans le cas d'un écoulement irrotationnel.

On considère un tube de Venturi, utilisé dans les conditions d'application du théorème de Bernoulli. On suppose les grandeurs uniformes sur une section du tube.



3) Exprimer la conservation du débit en utilisant les grandeurs figurant sur le schéma.

4) On donne $S_1 / S_2 = 2$. Calculer la différence de pression $P_{s1} - P_{s2}$ en fonction de ρ , masse volumique du fluide, et de v_1 .

5) On place une prise de pression 3 symétrique de la prise 1 par rapport à la prise 2 ; quelle devrait être la pression mesurée ? On constate expérimentalement qu'elle est inférieure à cette valeur ; pourquoi ?

NOM :

Interrogation de physique N°11
Lundi 3 janvier 2022 - 15 minutes

- 1) Écrire l'équation de d'Alembert vérifiée par une onde $u(x,t)$ se propageant à la célérité c .

- 2) Écrire la forme générale d'une onde $u_1(x,t)$ plane progressive harmonique homogène (OPPHH), en introduisant les grandeurs utiles.

- 3) Écrire la forme d'une onde $u_2(x,t)$ plane stationnaire, en introduisant les grandeurs utiles.

- 4) Dans le cas d'une onde acoustique se propageant dans un milieu de masse volumique ρ et de coefficient de compressibilité isentropique $\chi_s = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_s$ donner la forme de la célérité c .

- 5) Dans le cas d'une onde se propageant sur une corde, quelle est la célérité c ?

- 6) Dans le cas d'une onde se propageant dans un cristal de masse volumique ρ , définir le module d'Young E et donner la forme de la célérité c .

NOM :

Interrogation de physique N°12
Lundi 17 janvier 2022 – 10 minutes

1. Ecrire l'équation de conservation de la charge.

2. Ecrire la loi d'Ohm locale.

3. Ecrire l'expression du champ électrostatique créé en un point M de l'espace par une charge $+e$ située à l'origine des coordonnées.

4. Faire un schéma faisant figurer les lignes de champ.

5. Ecrire l'énergie potentielle d'une charge q' placée en M.

6. Rappeler les deux équations locales vérifiées par le champ électrostatique. Sont-elles scalaires ou vectorielles ?

7. Rappeler les symétries du champ électrostatique.

NOM :

Interrogation de physique N°13
Lundi 24 janvier 2022 - 15 minutes

1) Ecrire le théorème de Gauss de l'électrostatique. Faire une analogie entre les forces de Coulomb et de Newton et en déduire le théorème de Gauss pour la gravitation.

2) Rappeler l'expression du potentiel créé par un dipôle de moment dipolaire \vec{p} .

3) Calculer le champ créé par ce dipôle en un point M.

Données : en sphériques : $\overrightarrow{grad}f = \frac{\partial f}{\partial r} \cdot \vec{u}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial f}{\partial \theta} \cdot \vec{u}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial f}{\partial \varphi} \vec{u}_\varphi$

4) On place deux dipôles identiques $\vec{p} = p \cdot \vec{u}_x$ sur un axe Ox en $x = -a$ et $x = +a$.
Quel est le potentiel au point O ? Quel est le champ au point O ?

NOM :

Interrogation de physique N°14
Mardi 1er février 2022 - 15 minutes

1. Rappeler les équations locales de la magnétostatique et leur forme intégrale.
2. Calculer le champ magnétostatique créé par un fil rectiligne infini parcouru par un courant I .
3. Quel était le but de l'expérience de Stern et Gerlach ? Quelle en a été la conclusion ?

NOM :

Interrogation de physique N°15
Lundi 28 février 2022 – 15 minutes

1) Ecrire les équations de Maxwell dans le vide.

2) Démontrer l'équation de propagation du champ électrique. On donne :

$$\overline{rot}(\overline{rot}\vec{A}) = \overline{grad}(\operatorname{div}\vec{A}) - \Delta\vec{A}$$

On s'intéresse à la propagation dans le vide d'une onde dont le champ électrique s'écrit :

$$\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kx) \vec{u}_y$$

3) Quelle est la forme complexe de ce champ ?

4) Quelle est la direction de propagation de l'onde décrite par ce champ ?

5) Quelle est le type de polarisation de cette onde ?

6) Définir et démontrer la relation de dispersion de l'onde.

7) Calculer le champ magnétique de cette onde.

NOM :

Interrogation de physique N°16
Lundi 7 mars 2022 - 15 minutes

On s'intéresse à la propagation selon les x croissants d'une onde dont le champ électrique s'écrit en complexes :

$$\vec{E} = E_0 \cdot \vec{u}_y \cdot \exp j(\omega t - \underline{k}x)$$

avec $j^2 = -1$ et $\underline{k} = k' - j.k''$

avec k' et k'' réels dépendant éventuellement de ω .

L'onde se propage dans un plasma, dont on rappelle l'équation de dispersion :

$$k^2 = \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2}, \omega_p \text{ est la pulsation plasma}$$

- 1) A quelle condition l'onde peut-elle se propager ?

- 2) Que valent alors k' et k'' ?

- 3) Ecrire la forme réelle du champ électrique.

- 4) Calculer le champ magnétique complexe de cette onde, puis sa forme réelle.

- 5) Définir la vitesse de phase et la vitesse de groupe de cette onde.

- 6) L'onde ne se propage plus ; que valent alors k' et k'' ?

1) Ecrire la forme réelle du champ électrique.

$$\underline{\vec{E}} = E_0 \cdot \vec{u}_y \cdot \exp j(\omega t - (k' - j \cdot k'')x) = E_0 \cdot \vec{u}_y \cdot \exp j(\omega t - k'x) \cdot \exp -(k''x) \quad 1 \text{ pt}$$

$$\vec{E} = \text{Re}(\underline{\vec{E}}) = E_0 \cdot \cos(\omega t - k'x) \cdot \exp(-k''x) \vec{u}_y \quad 1 \text{ pt}$$

2) L'onde se propage selon les x croissants ; quels sont les signes de k' et k'' ?

Propagation : $k' > 0$

Absorption (rien pour amplifier l'onde à priori) : $k'' > 0$ 1 pt

3) Quelle est la vitesse de phase de cette onde ?

$$v_\phi = \frac{\omega}{k'} \quad 1 \text{ pt}$$

4) Calculer le champ magnétique complexe de cette onde, puis sa forme réelle.

$$\underline{\vec{B}} = \frac{\vec{k}}{\omega} \wedge \underline{\vec{E}} \text{ avec } \underline{\vec{k}} = (k' - j \cdot k'')\vec{u}_x \quad 1 + 1$$

$$\begin{aligned} \underline{\vec{B}} &= \frac{(k' - j \cdot k'')}{\omega} \vec{u}_x \wedge E_0 \cdot \vec{u}_y \cdot \exp j(\omega t - k'x) \cdot \exp -(k''x) \\ &= \frac{(k' - j \cdot k'')}{\omega} E_0 \exp j(\omega t - k'x) \cdot \exp -(k''x) \vec{u}_z \quad 1 \text{ pt} \end{aligned}$$

$$\vec{B} = \text{Re}(\underline{\vec{B}}) = \frac{k'}{\omega} E_0 \cos(\omega t - k'x) \cdot \exp -(k''x) \vec{u}_z + \frac{k''}{\omega} E_0 \sin(\omega t - k'x) \cdot \exp -(k''x) \vec{u}_z \quad 1 \text{ pt}$$

5) L'onde se propage dans un plasma, dont on rappelle l'équation de dispersion :

$$k^2 = \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2}, \omega_p \text{ est la pulsation plasma}$$

A quelle condition l'onde peut-elle se propager ? Que valent alors k' et k'' ?

L'onde se propage si $k^2 > 0$, soit $\omega > \omega_p$; on a alors $k' = \sqrt{\frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c^2}}$; $k'' = 0$ 1 + 1

NOM :

Interrogation de physique N°17
Mardi 15 mars 2022 – 15 minutes

On considère une onde dont le champ électrique s'écrit :

$$\vec{E} = E_0 \cdot \vec{u}_y \cdot \exp j(\omega t - \underline{k}x)$$

avec $j^2 = -1$ et $\underline{k} = k' - j.k''$

1) Calculer le champ magnétique complexe \vec{B} de cette onde.

2) Calculer le vecteur de Poynting complexe défini par :

$$\vec{\pi} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \wedge \vec{B}^* \quad \text{où } \vec{B}^* \text{ désigne le conjugué de } \vec{B}$$

3) Calculer la puissance surfacique moyenne de l'onde :

$$\langle \|\vec{\pi}\| \rangle = \frac{1}{2} \text{Re}(\vec{\pi})$$

4) Quelle est l'unité du produit LC, où L est une inductance et C une capacité ? Quelle est l'unité du produit $\mu_0 \epsilon_0$, où ϵ_0 est en F.m⁻¹ et μ_0 en H.m⁻¹ ?

Interrogation de physique N°19

Corrigé

1) Quelle est la signification de l'acronyme LASER ? Traduire cette expression.

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation = Amplification Lumineuse par Emission Stimulée de Radiation **1 pt + 1 point**

On considère un milieu constitué de N atomes à deux niveaux d'énergie E_1 et $E_2 > E_1$ traversé par une onde lumineuse monochromatique de fréquence ν .

2) Quelle doit être la relation entre E_2 , E_1 et ν pour qu'une émission stimulée se produise ?

$$E_2 - E_1 = h \cdot \nu \quad \text{1 point}$$

Le taux d'accroissement de la population N_2 des atomes dans l'état d'énergie E_2 est donné par :

$$\frac{dN_2}{dt} = B \cdot u(\nu) \cdot N_1 - A \cdot N_2 - B \cdot u(\nu) \cdot N_2$$

3) Que désignent N_1 et $u(\nu)$? Quelles sont leurs unités ?

N_1 est la population du niveau 1 en m^{-3} ; $u(\nu)$ est la densité (volumique) spectrale d'énergie électromagnétique en $J \cdot m^{-3} \cdot s$.

1 point pour N_1 et unité

1 point pour nom de $u(\nu)$

1 point pour unité de $u(\nu)$

4) Interpréter les trois termes du membre de droite.

Le premier terme traduit l'absorption, le deuxième l'émission spontanée, le troisième l'émission stimulée. **1 point si TOUT exact**

5) Comment s'écrirait le taux d'accroissement de la population N_1 des atomes dans l'état d'énergie E_1 ?

Le nombre d'atomes dans le milieu étant constant : **1 point**

$$\frac{dN_1}{dt} = - \frac{dN_2}{dt}$$

6) Exprimer le rapport des populations N_2/N_1 en régime stationnaire. L'effet laser peut-il avoir lieu ? Justifier.

En régime stationnaire :

$$\frac{dN_2}{dt} = 0 = B \cdot u(\nu) \cdot N_1 - A \cdot N_2 - B \cdot u(\nu) \cdot N_2$$

On en déduit :

1 point pour chaque ligne

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{B \cdot u(\nu)}{A + B \cdot u(\nu)}$$

L'effet laser ne peut avoir lieu car $N_2 < N_1$: il ne peut y avoir amplification dans la cavité, pour cela il faut réaliser une **inversion de population.** **1 point pour chaque item en gras**

Le laser se propage selon les z croissants, et on donne :

$$w(z) = w_0 \sqrt{1 + \left(\frac{\lambda z}{\pi w_0^2}\right)^2}$$

7) Que représentent $w(z)$ et w_0 ? Donner un ordre de grandeur de w_0 pour le laser He-Ne du labo.

Le faisceau a une symétrie cylindrique ; $w(z)$ représente son rayon et w_0 la valeur minimale de ce rayon, appelé waist.

1 point pour $w(z)$

1 point pour « rayon minimal » ou « waist »

Ordre de grandeur $w_0 = 0,1 \text{ mm}$

1 point (accepter 1 mm)

8) Donner les expressions de $w(z)$ dans deux cas limites à préciser. Représenter le faisceau pour chacun de ces cas.

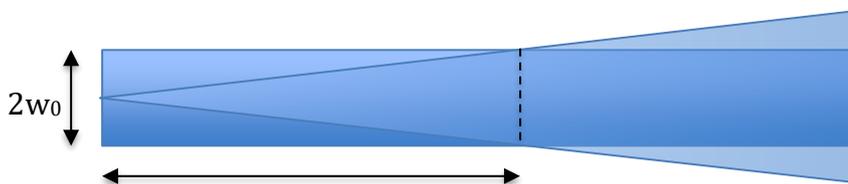
Pour $|z| \ll \frac{\pi w_0^2}{\lambda}$: $w(z) = w_0$: le faisceau est cylindrique.

1 point pour $|z| \ll \frac{\pi w_0^2}{\lambda}$, 1 point

pour forme du faisceau (analytique ou décrite)

Pour $|z| \gg \frac{\pi w_0^2}{\lambda}$: $w(z) = \frac{\lambda}{\pi w_0} z$: le faisceau est conique.

1 point + 1 point pour le schéma



9) Estimer par un calcul la longueur de Rayleigh du laser He-Ne du labo.

La longueur de Rayleigh a été mise en évidence à la question précédente (sa formule n'est pas à retenir).

$L_R = \pi w_0^2 / \lambda = \pi * (10^{-4})^2 / 632.10^{-9} = 0,05 \text{ m}$ ($L_R = 5 \text{ m}$ si vous avez pris $w_0 = 1 \text{ mm}$)

1 point

Interrogation de physique N°18
Lundi 28 mars 2022 – 15 minutes

1. Quelles sont l'énergie et la quantité de mouvement du photon ?
2. Rappeler l'unité de la constante de Planck et celle de k .
3. Quelle est la signification physique de la fonction d'onde associée à une particule ?
4. Qu'appelle-t-on condition de normalisation ?
5. On donne l'équation de Schrödinger à une dimension pour une particule de masse m :

$$i\hbar \frac{\partial \Psi(x, t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \Psi(x, t)}{\partial x^2} + V(x, t) \cdot \Psi(x, t)$$

Que représente V ? Quelle est son unité ?

6. Définir une particule libre.

On considère dans la suite un état stationnaire pour lequel la fonction d'onde s'écrit :

$$\Psi(x, t) = \varphi(x) \cdot \exp(-iEt/\hbar)$$

7. Montrer que la densité de probabilité d'un état stationnaire est indépendante du temps.
8. Former l'équation spatiale vérifiée par $\varphi(x)$.

La particule est confinée dans un puits de potentiel infini, compris entre $x = 0$ et $x = a$, avec $V(x) = 0$ au fond du puits. Son énergie E est positive.

9. Faire un schéma du puits de potentiel.
10. Les solutions de l'équation spatiale sont $\varphi(x) = A \cdot e^{-ikx} + B \cdot e^{ikx}$; donner la valeur de k en fonction de E et de constantes.

Interrogation de physique N°19
Lundi 4 avril 2022 – 15 minutes

Répondre par vrai ou faux :

- 1) Une particule classique ne peut jamais avoir une énergie totale inférieure à son énergie potentielle.
- 2) Une particule classique peut franchir une barrière de potentiel si son énergie est supérieure à l'énergie potentielle de la barrière.
- 3) Lorsqu'une particule quantique est dans un état stationnaire, sa fonction d'onde est indépendante du temps.
- 4) Pour une particule quantique soumise à une barrière de potentiel, le coefficient de transmission T n'est jamais nul.
- 5) La profondeur de pénétration dans la barrière de potentiel croît avec l'énergie de la particule quantique.
- 6) A énergie égale, un proton franchit plus facilement une barrière de potentiel qu'un électron.
- 7) Le coefficient de transmission T ne dépend pas de la largeur de la barrière.
- 8) Lorsqu'une particule quantique est dans un état lié dans un puits de potentiel, ses états d'énergie sont quantifiés.
- 9) Le couplage de deux puits de potentiel par une barrière de potentiel provoque une dégénérescence des niveaux d'énergie dans chaque puits.
- 10) Les deux conformations de la molécule d'ammoniac correspondent à deux états d'énergie différents.

Analyse dimensionnelle :

- 1) Quelles sont les 7 unités de base du système international (SI) ?
- 2) Donner l'unité usuelle et l'unité dans le SI des grandeurs suivantes :
 - Charge électrique ;
 - Force ;
 - Champ électrique ;
 - Potentiel électrique ;
 - Impédance.

Analyse dimensionnelle :

Donner l'unité usuelle et l'unité dans le SI des grandeurs suivantes :

- Energie cinétique E_c ;
- Pression P ;
- Pression*Volume PV ;
- Cte des GP *T RT ;
- masse*capacité thermique massique * température mC_mT

L'équation de conservation de l'énergie appliquée à la conduction thermique s'écrit :

$$\rho \cdot c \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = - \frac{\partial J_q}{\partial x} + p$$

- Quelles sont les unités des différents termes ?