

NOM :

Interrogation de physique N°1
Lundi 7 septembre 2019 – 15 minutes

1. Donner les longueurs d'onde limite du spectre visible. En déduire les fréquences limites du spectre (avec 2 CS).
2. La loi de l'intensité observée en un point M d'un écran éclairé par deux sources cohérentes est :

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \varphi$$

où φ est le déphasage entre les deux vibrations en M.

Pour quelles valeurs de φ l'intensité est-elle maximale ? Minimale ?

3. Une source S_0 émet une vibration quasi-monochromatique de pulsation ω et d'amplitude a . Comment s'écrit cette vibration au point S_0 ?
4. Cette vibration atteint un point M séparé dans le vide d'une distance d de S_0 . Comment s'écrit cette vibration en M ?
5. On veut mesurer l'impédance d'un haut-parleur. Schématiser un montage permettant cette mesure.
6. Que mesure un voltmètre en AC ?
7. Quelle est la surface d'une sphère de rayon R ?
8. Voici la bouée géante que je me suis offert cette année.
 Diamètre intérieur : 100 cm, diamètre extérieur : 140 cm !!!
 Géniale, sauf quand il faut la gonfler : pouvez-vous estimer le volume d'air nécessaire ?



NOM :

Interrogation de physique N°2
Lundi 14 septembre 2020 – 15 minutes

Amplificateur inverseur :

On a réalisé un amplificateur inverseur de fonction de transfert $\underline{H} = -R'/R$.

On mesure à l'ohmmètre $R' = 102,2 \text{ k}\Omega$ et $R = 9,92 \text{ k}\Omega$ avec une incertitude de 1%.

1) Donner les valeurs de R et R' à 1% près.

2) On donne :

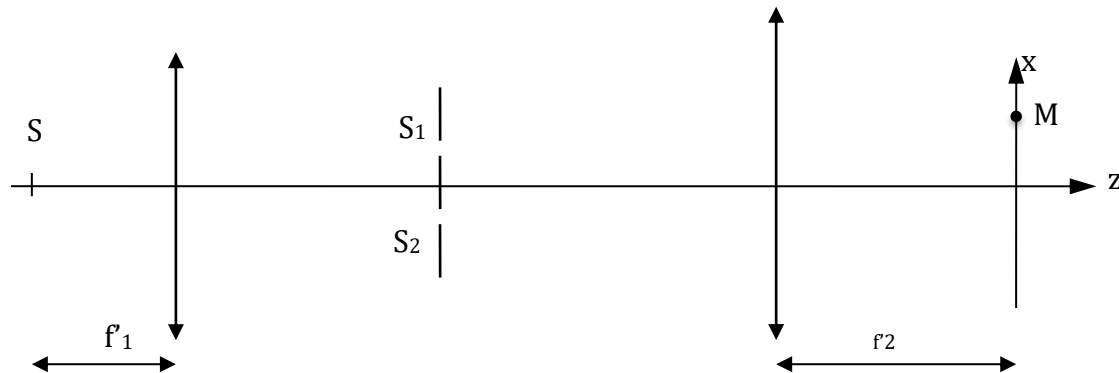
$$\frac{\Delta G}{G} = \sqrt{\left(\frac{\Delta R'}{R'}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2}$$

A combien près (en %) devrait-on donner le résultat de G ?

3) On mesure $V_e = 100 \text{ mV}$ crête à crête. Quelles sont l'amplitude de V_e et sa valeur efficace ?

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 λ . La distance S_1S_2 entre les trous est a .



- Tracer sur le schéma les rayons interférant en M .
- Définir et calculer la différence de marche en M .
- Comment s'écrit l'intensité en M ? Que vaut l'interfrange ?
- Pour 5/2 si les questions précédentes vous semblent trop simples : comment sont modifiés les résultats précédents si :
 - On décale le point S d'une distance b dans la direction x ;
 - On décale les deux trous S_1 et S_2 d'une distance b selon x ;
 - On décale les deux trous d'une distance b selon z .

NOM :

Interrogation de physique N°3
Lundi 21- septembre 2020 – 15 minutes**Pratique expérimentale :**

On souhaite mesurer la capacité d'un condensateur inconnu. Comment pourrait-on procéder, si l'on dispose tout le matériel du labo (sauf un capacimètre !) ?

Réponse en 6 lignes maximum.

Interférences :

On considère un interféromètre de Michelson réglé **au contact optique** et éclairé par une source **étendue** émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 546,1 \text{ nm}$.
A partir de cette situation on translate le miroir mobile M_1 de 1,00 mm vers la droite.

- a) Faire un schéma de l'interféromètre réel, faisant figurer la source S, les miroirs, la lame séparatrice et un écran en sortie (on ne se soucie pas des échelles).
- b) Que signifie « contact optique » ?
- c) Qu'observe-t-on sur l'écran ?
- d) Donner l'expression de la différence de marche, en explicitant les grandeurs introduites.
- e) En quel point du champ d'interférences l'ordre d'interférences est-il maximal ?

On réalise un circuit RLC série à l'aide d'un GBF, d'une résistance de valeur connue, d'une inductance de valeur connue et de la capacité à mesurer.

On visualise la tension aux bornes de R afin d'étudier la résonance en intensité.

Schéma du circuit.

A la résonance d'intensité, on mesure la fréquence, qui est :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

On en déduit C.

NOM :

Interrogation de physique N°4
Lundi 28 septembre 2020 – 15 minutes

Pratique expérimentale :

On considère un oscillateur astable, schématisé figure 1.

On observe à l'oscilloscope les signaux $s_1(t)$ et $s_2(t)$. Le calibre vertical est identique pour les deux voies et égal à 5V/div, le calibre horizontal est de 200 $\mu\text{s}/\text{div}$.

- Identifier les signaux.
- Mesurer la période des signaux.
- Donner les valeurs de V_{sat} , tension de saturation de l'ALI, et de U_0 , tension de basculement.
- On donne $RC = 550 \mu\text{s}$. Vérifier que la période est donnée par :

$$T = 2RC \cdot \ln \left[\frac{(V_{\text{sat}} + U_0)}{(V_{\text{sat}} - U_0)} \right]$$

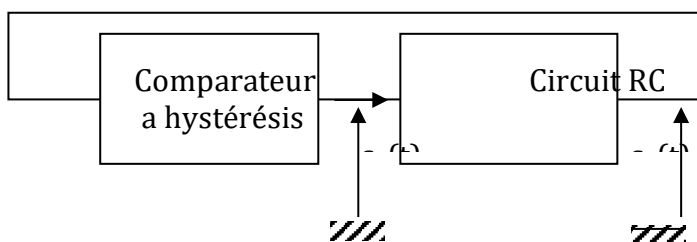


Figure 1 : oscillateur.

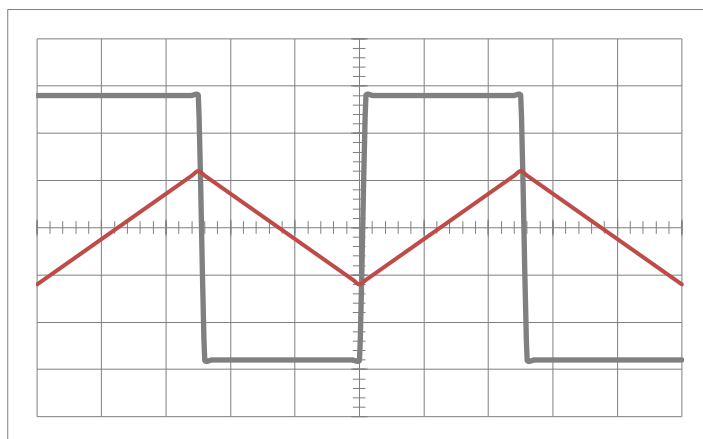


Figure 2 : oscilloscope

Optique physique :

On considère un réseau plan de fréquence spatiale $u = 500 \text{ mm}^{-1}$.

- Quel est son pas ?
- Schématiser le réseau éclairé par une onde plane arrivant sous une incidence normale, l'observation se faisant à l'infini dans une direction caractérisée par l'angle θ .
- Exprimer la différence de marche en M, point d'observation à l'infini, entre deux rayons émergent de deux fentes consécutives.
- En déduire la formule donnant les maxima de diffraction par transmission.
- On l'éclaire par une onde de longueur d'onde $\lambda = 546 \text{ nm}$. Combien d'ordres peut-on observer ?

NOM :

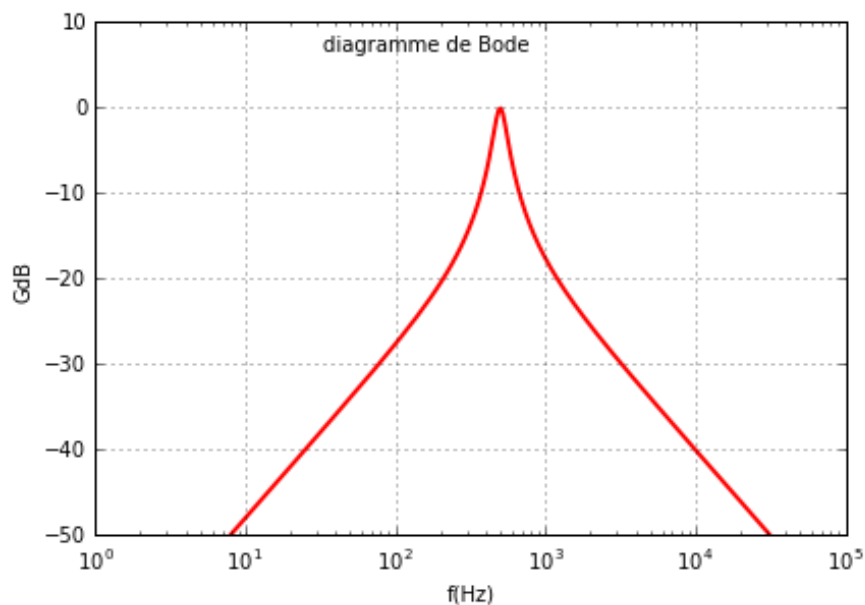
Interrogation de physique N°5
Lundi 5 octobre 2020 - 15 minutes
Pratique expérimentale :

On donne ci-dessous le diagramme de Bode en gain d'un filtre passe-bande dont la fonction de transfert peut s'écrire :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{H_0}{1 + jQ \left(\frac{f}{f_r} - \frac{f_r}{f} \right)} \text{ avec } j^2 = -1$$

Les asymptotes basse et haute fréquence sont :

$$G_{dB} = 20 \cdot \log \left(\frac{H_0}{Q} \right) \pm 20 \cdot \log \left(\frac{f}{f_r} \right)$$



1. Mesurer son gain maximal H_0 ;
2. Mesurer sa fréquence de résonance f_r ;
3. Donner les coordonnées du point où se croisent les asymptotes basse et haute fréquence ; mesurer ce point sur le diagramme et en déduire Q .
4. On souhaite réaliser ce filtre au laboratoire ; proposer un schéma de montage.

Thermodynamique :

On considère un congélateur ditherme fonctionnant de manière réversible : l'intérieur est à -18°C et la pièce dans laquelle il est placé à 20°C .

1. Ecrire le premier principe et le deuxième principe pour cette machine.
2. Définir son efficacité et l'exprimer en fonction des températures des sources.
3. Faire l'application numérique.

Bonus 5/2 : tracer le cycle de ce réfrigérateur en coordonnées (P,V) puis en coordonnées (T,s) .

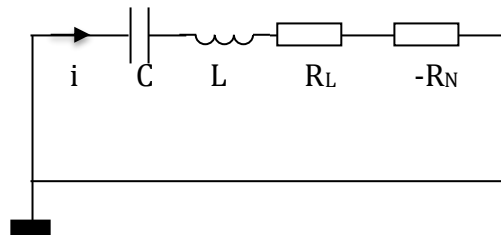
NOM :

Interrogation de physique N°6
Lundi 12 octobre 2020 - 15 minutes

Pratique expérimentale :

On considère le circuit ci-dessous, comprenant une capacité C , une bobine d'inductance L et de résistance R_L et une résistance négative $-R_N$.

- 1) Former l'équation différentielle vérifiée par le courant i .
- 2) A quelle condition ce courant sera-t-il purement sinusoïdal ?
- 3) Quelle sera alors la pulsation du circuit ?



Thermodynamique :

Dans un milieu donné, l'équation locale traduisant le bilan de particules est :

$$\frac{\partial n(x, t)}{\partial t} = - \frac{\partial J_n(x, t)}{\partial x}$$

- 1) Quel terme n'apparaît pas dans ce bilan ?
- 2) Que représentent physiquement les grandeurs n et J_n ? Quelles sont leurs unités ?
- 3) On se place en régime stationnaire. Comment se simplifie l'équation ? Quelle(s) grandeur(s) sont alors conservées ?

NOM :

Interrogation de physique N°7
Lundi 2 novembre 2020 - 15 minutes**Conduction :**

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 $T(x)$.

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

On suppose $T_{\text{ext}} > T_{\text{int}}$.

Aucune puissance thermique n'est produite dans ce mur.

- 1) Faire un schéma faisant figurer L , S , T_{ext} et T_{int} , \vec{J}_Q .
- 2) Quelle grandeur est conservée?
- 3) Démontrer la loi de température $T(x)$.
- 4) Définir la résistance thermique du mur et démontrer son expression.

Mécanique :

On considère une masse M accrochée à un ressort de longueur à vide L_0 et de raideur K , se déplaçant sur un axe horizontal sans frottements.

- 1) Faire un schéma, réaliser le bilan des forces, définir une variable permettant l'étude du mouvement, puis déterminer l'équation différentielle vérifiée par cette variable.
- 2) Donner la solution générale de cette équation.

NOM :

Interrogation de physique N°8
Lundi 9 novembre 2020 – 15 minutes

Répondre par vrai ou faux :

1. La vitesse absolue d'un point M par rapport au référentiel absolu est forcément nulle.
2. La vitesse relative d'un point M par rapport au référentiel relatif peut être nulle ou non nulle.
3. La vitesse d'entraînement est la vitesse du point coïncidant.
4. Le point coïncidant est un point fixe par rapport au référentiel relatif.
5. Dans le cas d'une translation, tous les points du référentiel R' ont même vitesse par rapport au référentiel absolu.
6. L'énergie potentielle de pesanteur s'écrit toujours $E_p = mgz + \text{cte}$.
7. L'énergie cinétique d'un point matériel s'écrit toujours $E_c = \frac{1}{2} mv^2$.
8. Lorsqu'un point se déplace sans frottements, la réaction du support est opposée au poids.
9. En coordonnées cylindriques, $\frac{d\vec{u}_r}{dt} = \vec{u}_\theta$.
10. Pour un satellite orbitant autour de la Terre, plus son altitude est basse, plus il tourne vite.

NOM :

Interrogation de physique N°9
Lundi 16 novembre 2020 - 15 minutes**Référentiels non-galiléens :**

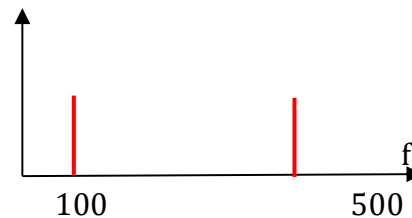
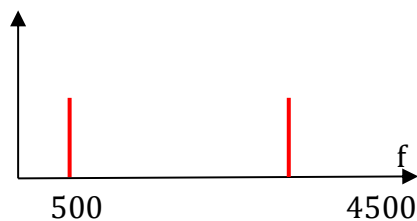
On s'intéresse à une bille de masse m , assimilée à un point matériel, fixée sur une tige tournant autour d'un axe Oz à la vitesse angulaire constante ω . Le mouvement de la bille s'effectue sans frottements.

On utilise des coordonnées polaires dans le référentiel tournant.

- 1) Ecrire l'expression de la force d'inertie d'entraînement.
- 2) Calculer l'expression de l'énergie potentielle dont dérive cette force.
- 3) Ecrire l'expression de la force d'inertie de Coriolis.
- 4) Pourquoi n'est-il pas utile de chercher l'énergie potentielle dont dérive cette force ?
- 5) Définir le poids (aucun calcul n'est demandé).

Analyse spectrale :

- 1) Enoncer le théorème de Shannon.
- 2) On réalise l'échantillonnage d'un signal à $f = 500$ Hz à une fréquence F_{e1} , puis à une fréquence F_{e2} . On obtient les spectres suivants :



Quelles sont les fréquences d'échantillonnage utilisées ?

NOM :

Interrogation de physique N°10
Lundi 23 novembre 2020 – 15 minutes**Fluides :**

On se place en un point M d'un fluide de masse volumique ρ à l'Equateur terrestre.
La Terre tourne à une vitesse angulaire ω par rapport au référentiel géocentrique supposé galiléen.
Le repère est cylindrique ; la vitesse relative du fluide dans ce repère est $\vec{v} = v \cdot \vec{u}_\theta$.

- a) Exprimer la force d'interaction gravitationnelle volumique en M ;
- b) Exprimer la force d'inertie d'entraînement volumique en M.
- c) Exprimer le poids volumique en M.
- d) Exprimer la force volumique de Coriolis en M.
- e) Exprimer l'équivalent volumique des forces de pression en M.

Véhicule à roues :

Le référentiel lié au sol est galiléen.

On considère un véhicule sans moteur, en translation rectiligne uniforme par rapport au sol.

Une roue de ce véhicule a un moment d'inertie I par rapport à son axe, et tourne sans glissement à la vitesse angulaire ω constante.

Elle est soumise :

- A son poids, exercé en C ;
- A la réaction d'axe, exercée en C, supposée être une liaison pivot parfaite ;
- A la réaction du sol, exercée au point de contact I.

- 1) Donner la condition de roulement sans glissement.
- 2) Faire un schéma des forces ;
- 3) Traduire « liaison pivot parfaite ».
- 4) Enoncer et appliquer le théorème du moment cinétique à la roue.

NOM :

Interrogation de physique N°11
Lundi 30 novembre 2020 – 15 minutes

Mécanique des fluides :

- 1) 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} ?
- 2) Définir la viscosité d'un fluide et donner son unité ; faire un schéma permettant de visualiser les grandeurs introduites.
- 3) Donner deux manifestations de la force de tension superficielle.

Pratique expérimentale :

On souhaite tracer la caractéristique $i_D=f(u_D)$ d'une diode.
Schématiser un montage possible et expliquer comment obtenir la caractéristique.

NOM :

Interrogation de physique N°12
Lundi 7 décembre 2020 – 15 minutes

On considère un écoulement de fluide visqueux et incompressible (viscosité η) dans une conduite horizontale rectangulaire de hauteur a , largeur $b \gg a$, longueur L , et soumis à une différence de pression $\Delta P = P(0) - P(L)$.

Le poids est négligé devant les forces de pression.

Le champ de vitesses stationnaire eulérien s'écrit en coordonnées cylindriques :

$$\vec{v} = v(z) \cdot \vec{u}_x$$

On rappelle l'équation de Navier-Stokes :

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

- 1) Calculer l'accélération particulaire de cet écoulement.
- 2) Projeter l'équation de Navier-Stokes et donner les trois composantes du vecteur $\overrightarrow{\text{grad}P}$.
- 3) Quel est la forme du nombre de Reynolds de l'écoulement ?

On considère le même écoulement, mais le fluide est supposé parfait.

- 4) Ecrire l'équation d'Euler.
- 5) Enoncer le théorème de Bernoulli avec ses hypothèses, en supposant l'écoulement irrotationnel.

NOM :

Interrogation de physique N°13
Lundi 14 décembre 2020 – 15 minutes

Une des extrémités d'une corde de longueur L et de masse linéique μ est fixée en $x = L$ à un vibreur, et fixe en $x = 0$. La corde est tendue par l'intermédiaire d'une poulie par une masse qui exerce la tension $T = mg$.

Le vibreur impose au point d'attache une vibration transversale de la forme :

$$y(L, t) = y_0 \cos(\omega t).$$

- 1) La célérité de l'onde ne dépend que de T et de μ ; donner son expression et vérifier sa dimension.
- 2) Ecrire l'équation vérifiée par $y(x, t)$.

La forme générale de $y(x, t)$ est :

$$y(x, t) = A \cdot \cos(\omega t + \phi) \cdot \sin(kx + \varphi).$$

- 3) Montrer que cette solution vérifie l'équation. Quelle est la relation entre ω et k ?
- 4) En utilisant la condition en $x = 0$, déterminer φ .

NOM :

Interrogation de physique N°14
Lundi 4 janvier 2021 - 15 minutes

On considère une onde acoustique plane progressive harmonique homogène (OPPHH) se propageant selon les x croissants dans un fluide de masse volumique ρ_0 , dans lequel la célérité est C .

- 1) Ecrire le champ de vitesse de cette onde, qu'on suppose d'amplitude v_0 .
- 2) Ecrire l'équation d'Euler linéarisée.
- 3) Calculer le champ de surpression associé à ce champ de vitesse.
- 4) Définir et calculer l'expression de l'impédance cette onde.
- 5) Le milieu est un gaz parfait. Calculer sa compressibilité isentropique, définie par :

$$\chi_s = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_s$$

- 6) Question éventuelle pour 5/2 : si l'onde était isotherme, quelle en serait la célérité ? On définira et calculera une compressibilité isotherme.

NOM :

Interrogation de physique N°15
Lundi 11 janvier 2021 - 15 minutes

On considère une onde acoustique plane, dépendant de x et de t , stationnaire, dans un fluide de masse volumique ρ_0 , dans lequel la célérité est C .

- 1) Ecrire le champ de vitesse de cette onde, qu'on suppose d'amplitude v_0 .
- 2) Calculer le champ de surpression associé à ce champ de vitesse.
- 3) Calculer la densité volumique d'énergie cinétique associée à cette onde.
- 4) Calculer la densité volumique d'énergie potentielle associée à cette onde.
- 5) Calculer la valeur moyenne temporelle de l'énergie de cette onde.
- 6) Calculer l'intensité acoustique associée à cette onde, puis sa valeur moyenne temporelle.

NOM :

Interrogation de physique N°16
Lundi 18 janvier 2021 - 15 minutes

- 1) Ecrire les équations de Maxwell locales.
- 2) Comment se simplifient ces équations en régime stationnaire ?
- 3) Quelles sont les équations locales de l'électrostatique ?
- 4) On considère deux charges ponctuelles q_1 et q_2 en O et A. Faire un schéma et donner l'expression de la force exercée par la charge q_1 sur la charge q_2 .
- 5) Quel est le travail de cette force lorsqu'on éloigne la charge q_2 de sa position A à l'infini ?

NOM :

Interrogation de physique N°17
Lundi 25 janvier 2021 - 15 minutes

1. Ecrire les lois de force de Coulomb et de Newton.
2. En déduire le théorème de Gauss de la gravitation.

On considère :

- une sphère de masse M , rayon R , de densité de masse ρ uniforme, ou :
- une sphère de charge Q , rayon R , de densité de charge ρ uniforme.

Choisissez l'une de ces deux distributions.

3. Exprimer ρ .
4. Quelles sont les symétries et les invariances de cette distribution ?
5. Calculer le champ à l'extérieur de la distribution.
6. Calculer le champ à l'intérieur de la distribution.
7. Bonus : calculer le potentiel en tout point.

Donnée : le potentiel est continu en $r=R$ et $\overrightarrow{\text{grad}}V(r) = -\frac{\partial V}{\partial r}\overrightarrow{u}_r$.

Interrogation de physique N°18
Lundi 1^{er} février 2021 – 15 minutes

1. Définir un dipôle électrostatique.

Le potentiel du dipôle s'écrit :

$$V(r, \theta) = \frac{p \cdot \cos(\theta)}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

2. Calculer le champ du dipôle et esquisser les lignes de champ.

3. Rappeler les équations locales de la magnétostatique et leur forme intégrale.

4. Donner les règles de symétrie du champ magnétique.

Données : en coordonnées sphériques :

$$\overrightarrow{\text{grad}}f(r, \theta) = \frac{\partial V}{\partial r} \vec{u}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \vec{u}_\theta$$

NOM :

Interrogation de physique N°19
Lundi 8 février 2021 - 15 minutes

On considère un solénoïde de longueur l , comportant N spires de section S .

Il est parcouru par un courant $i(t)$.

On l'assimile à un solénoïde infini.

On admet que le champ à l'extérieur du solénoïde est nul.

On se place en coordonnées cylindriques.

1. Faire un schéma.
2. Quelles sont les symétries et les invariances de cette distribution de courant ?
3. En utilisant le théorème d'Ampère, calculer le champ à l'intérieur du solénoïde.
4. Quelle est l'expression de l'énergie stockée dans le solénoïde ?
5. Ecrire la loi de Faraday, en explicitant les termes.
6. Dans la loi de Faraday, que traduit le signe - ?

NOM :

Interrogation de physique N°20
Lundi 15 février 2021 – 15 minutes

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

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

- 1) Ecrire les équations de Maxwell dans le vide.
- 2) Quelle est la direction de propagation de cette onde ?
- 3) Quelle est la forme complexe du champ électrique ?
- 4) Calculer le champ magnétique de cette onde.
- 5) Calculer le vecteur de Poynting de cette onde.
- 6) Calculer la puissance moyenne fournie par l'onde à une surface S perpendiculaire à Ox.

NOM :

Interrogation de physique N°21
Lundi 15 mars 2021 - 15 minutes

On s'intéresse à la propagation dans un milieu d'une onde dont le champ électrique s'écrit en complexes :

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

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

- 1) Quelles sont la direction de propagation et la direction de polarisation de cette onde ?
- 2) Ecrire la forme réelle du champ électrique, en faisant intervenir k' et k'' .

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

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

- 3) Quelle est la vitesse de phase de cette onde ? La propagation est-elle dispersive ?
- 4) Définir la vitesse de groupe de cette onde (pas de calcul)
- 5) Définir l'indice complexe du milieu.
- 6) Calculer le champ magnétique complexe de cette onde.

Interrogation de physique N°22
Lundi 22 mars 2021 - 15 minutes

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

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 ?

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 ?

4) Interpréter les trois termes du membre de droite.

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

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

Le laser se propage selon les z croissants, et son intensité s'écrit, en cylindriques :

$$I(r, \theta, z = 0) = I_0 \cdot e^{-\frac{2r^2}{w_0^2}}$$

7) Représenter l'allure de $I(r)$ à θ fixé.

8) Calculer le rayon r pour lequel $I = \frac{I_0}{e^2}$. En déduire une interprétation physique de w_0 .

Interrogation de physique N°23
Lundi 29 mars 2021 – 15 minutes

1. Quelles sont l'énergie et la quantité de mouvement du photon ?
2. Quelle est la constante intervenant toujours en mécanique quantique ?
3. Quelle est la signification physique de la fonction d'onde $\Psi(x, t)$ associée à une particule ?
4. On donne l'équation de Schrödinger à une dimension pour une particule de masse m :

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

où $V(x, t)$ représente l'énergie potentielle de la particule. Quelle est son unité ?

5. On considère $V = 0$. Comment s'appelle une particule dans un tel potentiel ?

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

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

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

Interrogation de physique N°24
Mardi 6 avril 2021 - 15 minutes

Une 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.

On donne l'équation de Schrödinger spatiale dans le puits pour un état stationnaire :

$$\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \varphi(x)}{dx^2} + E \cdot \varphi(x) = 0$$

1. Faire un schéma du puits de potentiel.
2. Qu'appelle-t-on état stationnaire ?
3. Quelles sont les solutions générales de l'équation spatiale dans le puits ?
4. Quelles sont les conditions aux limites ?
5. Pour l'état $n = 2$, la fonction d'onde spatiale s'écrit pour $0 \leq x \leq a$:

$$\varphi_2(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \cdot \sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right).$$

Représenter $\varphi_2(x)$, $|\varphi_2(x)|^2$ et $|\Psi_2(x, t)|^2$.

6. Calculer l'énergie E_2 de l'état $n = 2$.
7. Le puits est à présent fini, de hauteur $V_0 > E$. Les niveaux d'énergie sont-ils toujours quantifiés ? Si oui, ont-ils les mêmes valeurs que précédemment ?

Interrogation de physique N°24

Corrigé

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.

1. Faire un schéma du puits de potentiel.

Axes légendés+ allure 1 point

2. Un état stationnaire est un état pour lequel la fonction d'onde s'écrit : 1 point

$$\Psi(x, t) = \varphi(x) \cdot f(t)$$

3. Les solutions de l'équation spatiale sont $\varphi(x) = A \cdot e^{-ikx} + B \cdot e^{ikx}$; avec $k = \frac{\sqrt{2mE}}{\hbar}$ 2 points

4. Quelles sont les conditions aux limites ?

On doit avoir :

$$\varphi(0) = \varphi(a) = 0 \quad 1 \text{ points}$$

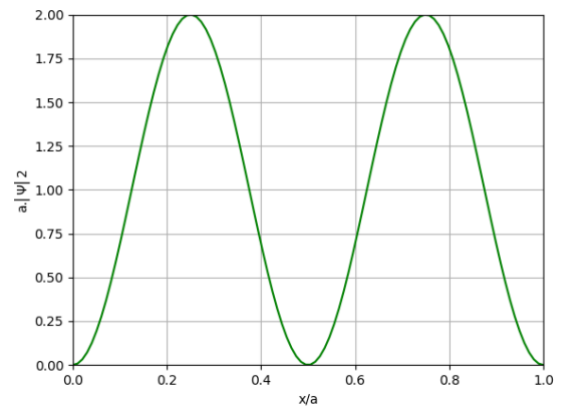
5. Représenter $\varphi_2(x)$, $|\varphi_2(x)|^2$ et $|\Psi_2(x, t)|^2$.

$\varphi_2(x)$ est la représentation d'un sinus sur une période : 1 point

$|\varphi_2(x)|^2 = \frac{2}{a} \cdot \sin^2\left(\frac{2\pi x}{a}\right) = \frac{1}{a} \cdot \left(1 + \cos\left(\frac{4\pi x}{a}\right)\right)$ est la représentation d'un cosinus sur deux périodes, avec un décalage de $1/a$. (figure ci-contre) 1 point

$|\Psi_2(x, t)|^2$ à la même allure, car $|\Psi_2(x, t)|^2 = |\varphi_2(x)|^2$

1 point



6. L'énergie du niveau $n=2$ est :

$$E_2 = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{2\pi}{a}\right)^2$$

1 point

7. Les niveaux d'énergie sont toujours quantifiés (car la particule est dans le puits), ils ont des valeurs plus basses que pour le puits infini, car le confinement est élargi par les ondes évanescentes. 1 point