CCP : Planche d'oral 1

I – Les épreuves d'oral

I-1) TP physique du concours CCP

Les nouveaux programmes de physique, en ce qui concerne les activités expérimentales, réarment l'importance de l'acquisition par les étudiants de compétences spécifiques ainsi que de capacités dans le domaine de la mesure et des incertitudes et de savoir-faire techniques. L'épreuve de travaux pratiques de physique s'inscrira donc dans cet esprit. Il sera mis en place des manipulations faisant plus largement appel à l'esprit d'initiative et à l'autonomie du candidat afin d'évaluer non seulement le savoir -faire technique mais aussi les connaissances dans le domaine de la mesure et des incertitudes.

Le candidat aura à sa disposition le sujet de l'épreuve de TP incluant une liste de matériels avec un descriptif numérique ou papier de l'utilisation de chaque matériel mis à sa disposition. Un préambule théorique, si nécessaire, en lien avec le TP sera fourni au candidat. En effet, il ne sera pas demandé au candidat d'établir des expressions théoriques en relation avec la manipulation. La restitution des connaissances théoriques ne fera pas partie des compétences évaluées dans le cadre des TP. Dans un premier temps, en fonction des l'objectifs définis pour le TP donné, le candidat devra, en s'aidant du matériel mis à sa disposition ainsi que du préambule théorique, proposer les montages et mesures à réaliser pour atteindre ces objectifs. Cette partie fera l'objet d'un échange avec l'examinateur. Il est important de noter qu'à ce stade, le candidat ne sera pas laissé seul face aux matériels de sa manipulation. L'examinateur interviendra pour échanger avec lui et, par exemple, pour valider si nécessaire le choix du montage proposé par le candidat ou pour débloquer un candidat afin de lui permettre de poursuivre l'épreuve.

Dans un second temps, l'épreuve pratique proprement dite permettra de juger des capacités du candidat dans le domaine de la mesure et des incertitudes et du savoir-faire technique. L'outil informatique sera utilisé, dans la mesure du possible, non seulement pour l'acquisition, la saisie ou le traitement de données, mais aussi dans le domaine de la simulation ; tout cela se fera dans les 3 heures qui lui seront imparties. Le candidat devra savoir gérer son temps pour non seulement faire des mesures et interprétations correctes pour atteindre les objectifs du TP mais aussi rédiger un compte rendu structuré. L'examinateur pourra ainsi juger le comportement, l'esprit d'initiative et de critique du candidat face à une situation qui lui sera inédite. Ces épreuves permettront d'évaluer la façon avec laquelle le candidat sera capable de mobiliser les compétences : « s'approprier, analyser, réaliser, valider ou communiquer » dans le temps imparti pour le TP.

I-2) Epreuve orale de physique du concours CCP

La durée de l'épreuve orale de physique PC est d'une heure. Elle comporte deux exercices remis au candidat lors de son entrée dans la salle. Ce dernier dispose alors d'une demi-heure de préparation sur table, suivie d'un exposé oral au tableau de même durée.

Le premier exercice, que nous appelons exercice majeur est évalué sur 14 points. Il comporte quatre ou cinq questions de difficulté croissante. Des résultats intermédiaires sont généralement donnés, évitant ainsi au candidat de rester bloqué sur une question et lui permettant d'utiliser pleinement son temps de préparation. Le travail du candidat doit porter sur la démarche à suivre, l'obtention du résultat et son regard critique.

Le deuxième exercice, noté sur 6 points, est davantage en relation directe avec l'expérience. Il s'appuie sur un document fourni (courbe expérimentale, photo, schéma d'une expérience, oscillogramme, tableau de mesures, article scientifique...). Il comporte au maximum deux questions. La première question s'appuie sur le document fourni, à partir duquel le candidat doit extraire l'information nécessaire à sa résolution. La deuxième question est une question dite d'ouverture, toujours en relation avec le document fourni et qui permet d'engager une brève discussion avec le candidat.

Toutes les parties du programme, de première et de seconde année, sont susceptibles d'être abordées. Le candidat est libre de choisir l'ordre de présentation des deux exercices. Il est conseillé de consacrer environ 20 minutes à la présentation de l'exercice principal et 10 minutes à celle du second exercice. **Une calculatrice est mise à disposition pendant la préparation. La calculatrice personnelle du candidat n'est autorisée que pendant l'exposé au tableau**. Les connaissances disciplinaires sont bien évidemment évaluées. Mais, à la différence de l'écrit, la finalité de l'oral est aussi d'évaluer d'autres qualités, telles l'autonomie du candidat, la capacité à communiquer de façon claire et précise, la prise d'initiatives, les compétences propres à la pratique de la démarche scientifique (observer, s'approprier une problématique, analyser, modéliser, réaliser, valider). Concernant la validation, l'examinateur attend du candidat un regard critique sur les résultats obtenus, la vérification de la pertinence du résultat trouvé, en comparant avec des ordres de grandeurs connus, la vérification de la validité des hypothèses faites.

II – L'exercice Majeur (14 pts)

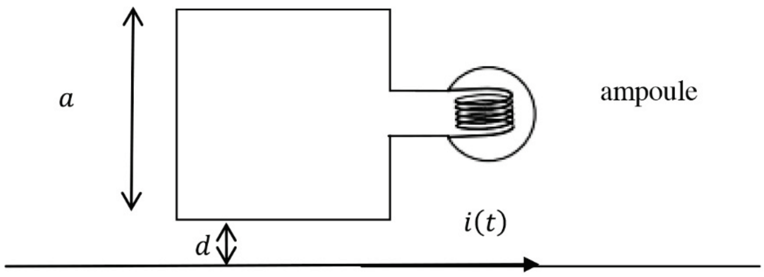
CCP-1) Ligne haute-tension (2016)

Une ligne haute tension assimilable à un fil droit infini selon (Oz) transporte un courant sinusoïdal i(t) de fréquence f=50Hz et de valeur efficace I=1000A. On approche de cette ligne HT une bobine plate de N spires carrées de côté a=30cm à une distance d=2cm. Cette bobine d'inductance propre et de résistances négligeables est fermée sur une ampoule qui s'éclaire si la tension efficace E à ses bornes est supérieure à 1,5V. On utilisera les coordonnées cylindriques (r, θ, z) et de base $(\overrightarrow{u_r}, \overrightarrow{u_\theta}, \overrightarrow{u_z})$. On se trouve ici dans l'ARQS.

1°) Donner la définition et la validité de l'ARQS. Justifier ici le choix de l'ARQS. Donner, en la justifiant, l'expression des équations de Maxwell dans l'ARQS.

2°) Déterminer en coordonnées cylindriques le champ magnétique $\vec{B}(r)$ créé dans tout l'espace par cette ligne HT.

3°) Déterminer le flux magnétique total crée par cette ligne HT à travers la bobine plate.



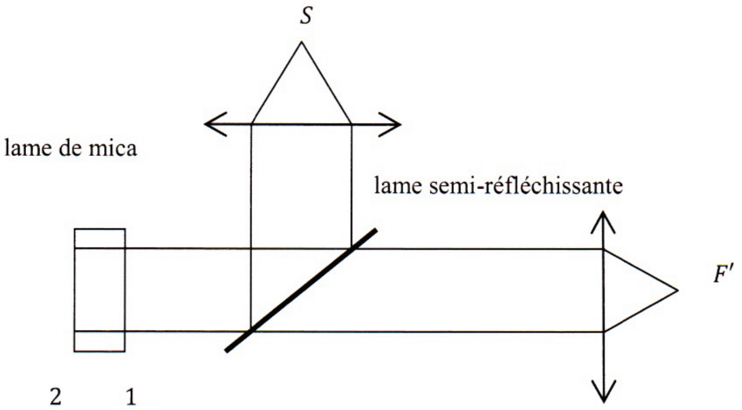
4°) En déduire le nombre de spires N nécessaires pour que l'ampoule puisse s'éclairer. Faire l'application numérique.

5°) On assimile maintenant l'ampoule à une résistance r=10Ω en série avec une inductance propre L=10mH. Calculer alors la valeur efficace I' de i'(t) dans la bobine plate lorsque E=1,5V et le déphasage ϕ' entre i'(t) et i(t) en régime sinusoïdal forcé. Faire les applications numériques.

Rép : 1°)… 2°) $\vec{B}(r,\theta,z) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}\,\overrightarrow{e_\theta}$ 3°) $\phi = \frac{N\mu_0 i a}{2\pi}\ln\left(\frac{d+a}{d}\right)$ 4°) N=29 5°) $I' = 0{,}14A\ et\ \phi' = -0{,}3rad$

CCP-2) Lame de Mica (2015)

Une source monochromatique S est utilisée dans le montage suivant :



Une lame de mica d'indice n et d'épaisseur e est placée à gauche. On étudie les interférences à droite à l'aide d'un spectroscope placé en F'. On appelle Ψ le déphasage dû à la propagation de l'onde entre la face 1 de la lame de mica et le spectroscope. On appelle « onde 1 » l'onde réfléchie sur l'interface air-mica et « onde 2 » l'onde réfléchie sur l'interface mica-air. Pour l'interface air-mica, on a un coefficient de réflexion r= - 0,22 et de transmission en amplitude t=0,78. Pour l'interface mica-air, on a r'=0,22 et t'=1,22.

1°) Calculer la différence de marche optique entre l'onde 1 et l'onde 2.

2°) Exprimer les amplitudes des deux ondes en fonction de Ψ.

3°) Calculer l'intensité résultante en F'. Déterminer le contraste C en faisant apparaître $\alpha = \frac{r'}{r}t\,t' < 0$.

4°) On utilise une source de lumière blanche pour éclairer le montage. Trouver les longueurs d'onde λ afin d'avoir des franges sombres dans le spectre.

5°) Entre 400nm et 630nm, on observe 40 franges sombres. Déterminer l'épaisseur e.

Rép : 1°) $\delta = 2ne + \frac{\lambda}{2}$ 2°)… 3°) $C = -\frac{2\alpha}{1+\alpha^2}$ 4°)… 5°) $e = 56\,\mu m$

CCP-3) Conduites cylindriques (2015)

On considère une conduite cylindrique métallique de rayon R, de section σ, de longueur L et de conductivité thermique λ. La température à l'extrémité initiale, en x=0, est donnée par $T(x=0)=T_1>333K$. Partout ailleurs, à l'extérieur du cylindre, il règne une température T_e. On note $dP=h(T-T_e)dx$ la puissance cédée à l'extérieur par l'élément de cylindre de longueur dx et de section σ.

1°) Démontrez l'équation différentielle vérifiée par T(x).

2°) Dans le cas où L est très grand, donner l'expression de T(x). A partir de quelle longueur peut-on considérer L comme grand ?

3°) On prend deux conduites cylindriques, l'une en cuivre (λ_{Cu}) et l'autre en étain (λ_{Sn}), avec les mêmes caractéristiques géométriques. On les recouvre de paraffine, qui fond à 60°C. Sur le tube en cuivre, la paraffine fond jusqu'à x_1 et pour l'étain jusqu'à x_2. Déterminer λ_{Sn} en fonction de $\lambda_{Cu}, x_1\ et\ x_2$.

A.N : $x_1=30cm, x_2=12{,}4cm\ et\ \lambda_{Cu}=390Wm^{-1}K^{-1}$.

4°) Calculer la puissance dissipée par deux méthodes différentes.

Rép : 1°) $\frac{d^2T}{dx^2}-\frac{h}{\sigma\lambda}T=-\frac{h}{\sigma\lambda}T_e$ 2°) $T(x)=(T_1-T_e)e^{-\sqrt{\frac{h}{\sigma\lambda}}x}+T_e$ et L>>3,6cm 3°) $\lambda_{Sn}=\lambda_{Cu}.\frac{x_2^2}{x_1^2}=66{,}63\ W\ K^{-1}m^{-1}$ 4°) $\phi=(T_1-T_e)\sqrt{h\sigma\lambda}$

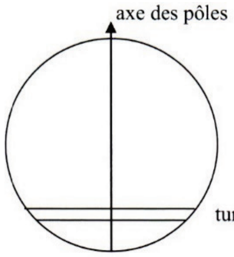
CCP-4) Tunnel terrestre (2015)

1°) Par analogie avec l'électrostatique, donner le champ de gravitation $\vec{g}(r)$ au sein d'une sphère homogène de centre C, de rayon R. En déduire que la force de gravitation s'exerçant sur une masse ponctuelle est :

$$\vec{f}=-m\,g_0\frac{r}{R}\,\overrightarrow{e_r}\ avec\ \begin{cases} g_0=\|\vec{g}(R)\| \\ \overrightarrow{e_r}=\dfrac{\overrightarrow{CM}}{CM}\end{cases}$$

2°) Donner l'énergie potentielle E_p associée à cette force. On posera $E_p(0)=0$.

Un tunnel perpendiculaire à l'axe des pôles traverse la terre à une distance d du centre C avec d<R. Un véhicule, considéré comme une masse ponctuelle, se déplace sans frottement dans ce tunnel. Il est abandonné sans vitesse initiale à l'entrée de celui-ci. On néglige la rotation de la terre pour les deux questions suivantes.



3°) Déterminer la vitesse maximale v_{max} atteinte par le véhicule en utilisant un raisonnement énergétique. Puis déterminer x(t) la position du véhicule.

4°) Tracer $E_p(x)$ et expliquer le mouvement du véhicule grâce à la courbe.

5°) Maintenant on tient compte de la rotation de la terre. Le vecteur rotation est $\vec{\Omega}=\Omega\overrightarrow{u_z}$. Trouver la nouvelle équation différentielle vérifiée par x(t) et la résoudre.

Rép : 1°)... 2°) $E_p=\frac{1}{2}m\,g_0\frac{r^2}{R}$ 3°) $x(t)=\sqrt{R^2-d^2}\cos\left(\sqrt{\frac{g_0}{R}}t\right)\ et\ v_{max}=\sqrt{g_0R\left(1-\frac{d^2}{R^2}\right)}$ 4°)... 5°) $x(t)=\sqrt{R^2-d^2}\cos\left(\sqrt{\left(\frac{g_0}{R}-\Omega^2\right)}t\right)$

CCP-5) Citerne de pompier (2015)

Un réservoir de pompier de longueur L=95cm selon Ox et de hauteur H=80cm selon Oz est rempli jusqu'à une hauteur h=65cm. La pression à la surface est maintenue à $P_0=1bar$ et l'eau a une masse volumique de $\rho=10^3kg\,m^{-3}$ supposée constante.

1°) Donner l'équivalent volumique des forces de pression. Retrouvez l'équation de la statique des fluides et en déduire p(z).

2°) Calculer la force de pression s'exerçant sur la face latérale. Faire l'application numérique. Commenter.

3°) Le camion démarre avec une accélération $\vec{a}=a_0\,\overrightarrow{e_x}$. Déterminer l'équation z(x) de la surface libre.

4°) Le camion est arrêté, on le vide par une ouverture en z=0 de diamètre $d_1=3{,}1cm$ sur laquelle on fixe la lance à incendie. Celle-ci se termine par un embout conique dont la sortie est de diamètre $d_2=1{,}9cm.$ Une pompe fournissant une puissance P=1,3kW permet d'obtenir un débit de volume $D_v=3Ls^{-1}$ lorsque l'embout est à une altitude Z>0. Calculer v_1 la vitesse du fluide à la sortie de la pompe et v_2 celle à la sortie de l'embout. Quelle est la hauteur Z atteinte par l'eau.

Rép : 1°) $p(z)=\mu g(h-z)+P_0$ 2°) $\vec{F}=-\frac{\mu g h^2}{2}L\,\overrightarrow{e_y}$ 3°) $z(x)=\frac{a_0}{g}\left(\frac{L}{2}-x\right)+h$ 4°) $Z=\frac{v_2^2}{2g}=5{,}7m$

CCP-6) Potentiel de Yukawa (2015)

Dans l'espace rapporté à un repère galiléen $R_g(0,\overrightarrow{e_x},\overrightarrow{e_y},\overrightarrow{e_z})$ règne un champ électrique dérivant du potentiel appelé potentiel de Yukawa exprimé en coordonnées sphériques par : $V(r)=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^{-\frac{r}{a}}}{r}$

1°) Quel est le champ électrique associé à ce potentiel

2°) Exprimer le flux de ce champ électrique à travers une sphère de rayon r et en déduire deux renseignements sur la distribution de charge en faisant tendre r vers zéro et r vers l'infini.

3°) Déterminer la densité volumique de charges. Représenter la courbe $\rho(r)$.

4°) On définit la charge surfacique de la couronne sphérique par $\sigma(r)=\frac{dQ}{dr}$ où dQ est la charge contenue dans la couronne sphérique de largeur dr. Pour quelle valeur de r, la charge surfacique est-elle extrêmale ?

5°) Justifier que l'on peut qualifier le potentiel de Yukawa de potentiel Coulombien avec écran. Quel objet physique peut-être modélisé par cette distribution de charge.

6°) Un modèle équivalent existe-t-il en mécanique gravitationnelle.

Rép : 1°) $\vec{E}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^{-\frac{r}{a}}}{r}\left(\frac{1}{r}+\frac{1}{a}\right)\overrightarrow{e_r}$ 2°) Charge ponctuelle au centre, et charge totale nulle 3°) $\rho(r)=-\frac{q}{4\pi ra^2}e^{-\frac{r}{a}}$
4°) Minimal en r=a 5°) Atome d'hydrogène 6°) Non car absence de masses négatives.

CCP-7) Réseau de diffraction (2015)

1°) On dispose d'un réseau de N fentes, séparées d'une longueur a=0,1mm. On envoie un rayon incident de longueur d'onde λ sous l'incidence θ_0 par rapport à la normale du réseau. Trouver l'angle θ_p, angle de sortie des rayons du réseau qui interfèrent de façon constructive.

2°) On s'intéresse à une lampe spectrale possédant un doublet de longueurs d'onde $\lambda_1=576{,}96nm$ et $\lambda_2=579{,}07nm$. Trouver l'angle θ_0 sachant que le rayon correspondant à la longueur d'onde λ_2, à l'ordre 1, sort en incidence normale.

3°) On ajoute, après le réseau, une lentille de distance focale f'=20cm et un écran situé dans le plan focal de la lentille. Trouver x, impact sur l'axe vertical de l'écran des rayons lumineux ayant traversé le réseau, pour l'ordre 1 et 2, avec la longueur d'onde λ_1 puis pour la longueur d'onde λ_2. Le doublet est indentifiable si la distance séparant les deux impacts est supérieure à d=0,5mm. Trouver l'ordre p pour lequel la séparation est visible.

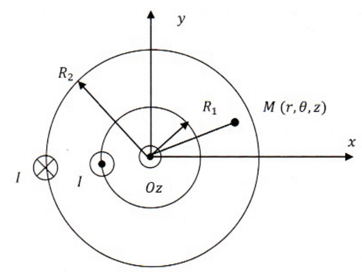
4°) On envoie maintenant des macromolécules de masse molaire $M=515g\,mol^{-1}$. Que se passe-t-il qualitativement ?

5°) Trouver la vitesse des macromolécules sachant que l'interfrange est le même.

DN : $N_a=6{,}02.10^{23}\,mol^{-1}\;et\;h=6{,}63.10^{-34}Js$.

Rép : 1°) $\sin\theta_p=\sin\theta_0+\frac{p\lambda_0}{a}$ 2°) $\theta_0=-0{,}058\,rad$ 3°) $p\geq 11{,}85$ 4°) $P=mv=\frac{h}{\lambda}$ 5°) $v=0{,}0013\,ms^{-1}$

CCP-8) Câble coaxial (2015)



Un câble coaxial est constitué de deux cylindres métalliques d'axe Oz, de rayons R_1 et R_2. Entre les deux conducteurs, on considère que le milieu a les propriétés électromagnétiques du vide. Les cylindres sont parcourus par des courants répartis de façon uniforme et en sens inverse l'un de l'autre : $I=I_0\cos(\omega t-kz)$

Il existe alors dans tout l'espace un champ électromagnétique de la forme suivante : $\begin{cases}\vec{B}=B(r,\theta,z,t)\overrightarrow{e_\theta}\\ \vec{E}=B(r,\theta,z,t)\overrightarrow{e_r}\end{cases}$

1°) En utilisant le théorème d'Ampère, déterminer l'expression du champ magnétique $\vec{B}$ dans les trois régions de l'espace. Pour cette question, on se placera dans l'ARQS.

2°) En utilisant l'équation de Maxwell-Faraday, trouver une relation entre $\frac{\partial B}{\partial t}$ et $\frac{\partial E}{\partial z}$. En déduire l'expression de $\vec{E}$.

3°) Déterminer la relation de dispersion $k(\omega)$.

Données :

$$\overrightarrow{rot}\,\vec{A}=\begin{pmatrix}\frac{1}{r}\frac{\partial A_z}{\partial\theta}-\frac{\partial A_\theta}{\partial z}\\ \frac{\partial A_r}{\partial z}-\frac{\partial A_z}{\partial r}\\ \frac{1}{r}\left(\frac{\partial(rA_\theta)}{\partial r}-\frac{\partial A_r}{\partial\theta}\right)\end{pmatrix}$$

4°) Déterminer le vecteur de Poynting et en déduire la direction de propagation de l'énergie. Calculer le flux du vecteur de Poynting à travers une section droite du câble.

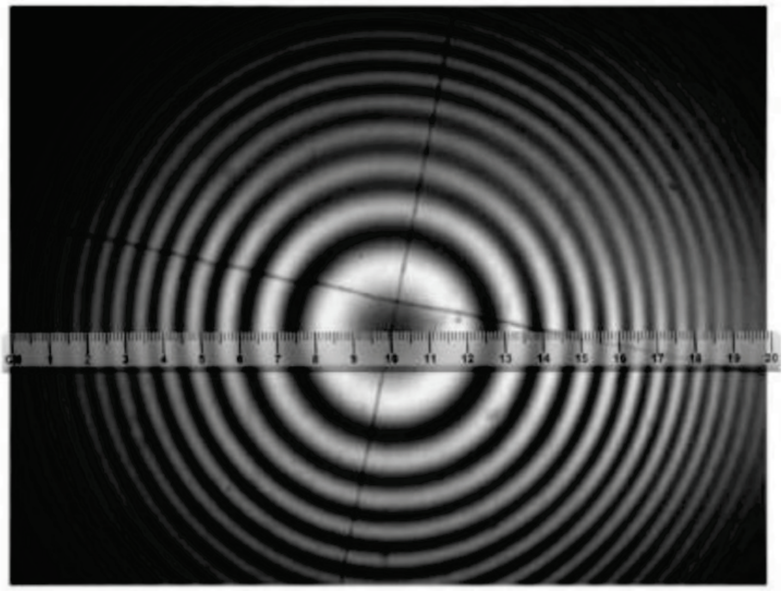
5°) Déterminer l'énergie volumique et en déduire la vitesse de propagation de l'énergie.

Rép : 1°) $\vec{B}=\frac{\mu_0 I_0}{2\pi r}\cos(\omega t-kz)\;\overrightarrow{e_\theta}$ 2°) $\vec{E}=\frac{\mu_0 I_0\omega}{2\pi rk}\cos(\omega t-kz)\;\overrightarrow{e_r}$ 3°) $k=\frac{\omega}{c}$ 4°) $<\phi>=\frac{\mu_0 c}{4\pi}I_0^2\,Ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$ 5°) $v_e=c$

III – L'exercice « court » (6 pts)

CCP-101) Michelson (2016)

La figure suivante a été obtenue à l'aide d'un IM éclairé par une source étendue de longueur d'onde dominante : $\lambda = 589nm$.



1°) Proposer un montage permettant d'obtenir une figure avec tout le matériel usuellement disponible en salle de TP que vous jugerez nécessaire.

2°) Déduire de l'image, l'épaisseur de la lame d'air équivalente, sachant que l'image est observée sur un écran à l'aide d'une lentille de distance focale f'=1m. Evaluer l'incertitude associée.

Rép : 1°)… 2°) $e = 7{,}3 \pm 0{,}3\,\mu m$

CCP-102) Réfrigérateur (2015)

On considère un réfrigérateur qui reçoit un travail W et un transfert thermique Q_1 de la part de la source à la température T_1 et cède le transfert thermique Q_2 à la source de température T_2.

1°) Calculer l'efficacité ε du réfrigérateur pour une évolution réversible.

2°) Calculer l'efficacité réelle ε' sachant que :

$$\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)_{réel} = k\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)_{réversible}$$

3°) AN : $T_1 = 3°C, T_2 = 20°C\ et\ k = 1{,}1.$ Conclure.

Rép : 1°) $\varepsilon = \frac{T_1}{T_2 - T_1}$ 2°) $\varepsilon' = \frac{T_1}{kT_2 - T_1}$ 3°) $\varepsilon' = 5{,}96$

CCP-103) Satellite géostationnaire (2015)

1°) Définir un satellite géostationnaire et calculer son altitude en prenant $g_0 = 9{,}8\ ms^{-2}, R_T = 6378km$ et la durée du jour sidéral $j_s = 86164s$.

2°) Calculer l'énergie à fournir pour faire varier l'altitude du satellite de 50km. Le satellite reste sur une orbite circulaire.

Rép : 1°) $h = \sqrt[3]{\frac{g_0 R_T^2 j_s^2}{4\pi^2}} - R_T = 35788\ km$ 2°) $\frac{\Delta E}{m} = \frac{1}{2} g_0 R_T^2 \frac{h}{r(r+h)} = 5{,}6\ kJ\ kg^{-1}$

CCP-104) Effet tunnel (2016)

On considère une particule de masse m qui évolue dans un potentiel V(x) indépendant du temps. On note $\psi(x,t)$ sa fonction d'onde qui vérifie l'équation de Schrödinger :

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

1°) Vérifier l'homogénéité de cette équation. Justifier que l'on peut écrire la fonction d'onde sous la forme suivante :

$$\psi(x,t) = \phi(x)\chi(t)$$

2°) Montrer alors que $\psi(x,t) = \phi(x)e^{-\frac{iEt}{\hbar}}$. Que représente E ? Donner l'équation vérifiée par la fonction $\phi(x)$.

Le potentiel V(x) est tel que : $V(x) = \begin{cases} 0 \; si \; x > 0 \; et \; x > L \\ V_0 \; si \; 0 < x < L \end{cases}$. La particule se déplace dans le sens des x croissants avec une énergie E.

3°) Que se passe-t-il en mécanique classique pour les valeurs possibles de E ?

4°) Que se passe-t-il dans le cadre de la mécanique quantique qui ne peut se produire en mécanique classique ?

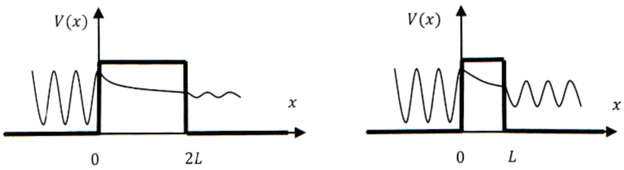
5°) Déterminer la forme des solutions $\phi(x)$ dans les trois domaines sans chercher à déterminer les constantes d'intégration. On pose :

$$\begin{cases} \alpha = \sqrt{\dfrac{2m(V_0 - E)}{\hbar^2}} \\ k = \sqrt{\dfrac{2mE}{\hbar^2}} \end{cases}$$

6°) Le coefficient de transmission T à travers la barrière est donné par :

$$T = \frac{16\alpha^2k^2}{(\alpha^2+k^2)^2e^{-2\alpha L} + (\alpha^2+k^2)e^{2\alpha L} + 12\alpha^2k^2 - 2\alpha^4 - 2k^4}$$

Commentez alors les graphes suivants.



Rép : 1°)… 2°) $\phi" + \frac{2m}{\hbar^2}(E - V(x))\phi = 0$ 3°) $Si \; 0 < E_m < V_0 \; \Rightarrow rebond$ 4°) Effet tunnel

5°)… 6°) Barrière épaisse : $T \div e^{-L/\delta}$ où $\delta = \frac{\hbar}{2\sqrt{2m(V_0-E)}}$

CCP-105) Conducteur ohmique (2015)

Un métal de conductivité γ occupe tout l'espace.

1°) Déterminer les équations de Maxwell dans ce métal. Que peut-on dire de la charge volumique ρ ?

2°) En déduire l'équation vérifiée par le champ électrique $\vec{E}$. Commenter.

3°) Etudier le cas où $\vec{E} = E_0e^{i(\omega t - kz)}\overrightarrow{e_x}$. On introduira l'épaisseur de peau $\delta = \sqrt{\frac{2}{\mu_0\gamma\omega}}$

Rép : 1°)… 2°) $\vec{\Delta}\vec{E} = \mu_0\gamma\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$ 3°) $E = E_0e^{-z/\delta}\cos\left(\omega t - \frac{z}{\delta}\right) \; si \; z \; croissant$

CCP-106) Filtrage (2015)

On considère un signal périodique e(t) de fréquence fondamentale $f_0 = 100Hz$ de valeur moyenne 2V. Il comporte deux harmoniques : pour n=1, une amplitude de 0,5V, et pour n=3, une amplitude de 0,2V. Les autres harmoniques sont nuls.

1°) Donner l'expression de e(t).

2°) Tracer son spectre en amplitude.

3°) Quelles valeurs peut-on donner au filtre passe-bas RC pour ne conserver que le continu ?

Rép : 1°) $e(t) = 2 + 0{,}5\cos(200\pi t) + 0{,}2\cos(600\pi t)$ 2°)… 3°) $RC > 8\;10^{-4}s$

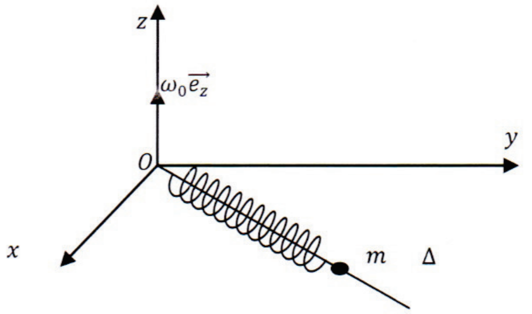
CCP-107) Ressort tournant (2015)

Un anneau glisse sans frottement sur un axe Δ tournant autour de l'axe Oz à la vitesse angulaire $\omega_0\overrightarrow{e_z}$. Il est relié au point O par un ressort de constante de raideur k et de longueur à vide l_0.

1°) Quelles sont les forces exercées sur la masse m.

2°) Discuter du mouvement de l'anneau dans le référentiel tournant en fonction du signe de $\frac{k}{m} - \omega_0^2$.

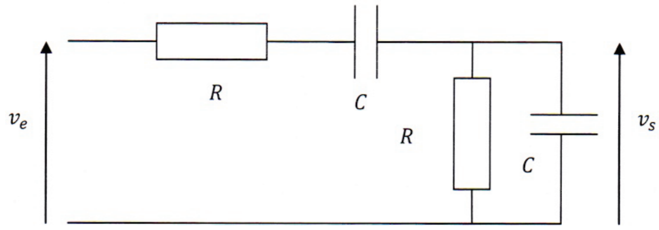
3°) Existe-t-il une position d'équilibre stable ?



Rép : 1°)... 2°) $\frac{k}{m} - \omega_0^2 > 0 \Rightarrow$ Oscillateur harmonique sinon solutions divergentes... 3°) $x'_{eq} = \frac{k\,l_0}{k - m\omega_0^2}$

CCP-108) Filtre de Wien (2014)

1°) Déterminer l'expression de la fonction de transfert associée au filtre suivant en sortie ouverte :



Montrer qu'il s'agit d'un filtre passe-bande et donner sa fréquence propre f_0.

2°) Démontrer que la bande passante s'écrit : $\Delta f = 3f_0$. Ce filtre est-il sélectif ?

3°) Mettre la fonction de transfert sous la forme d'un produit de deux fonctions de transfert du premier ordre, l'une passe-bas, l'autre passe-haut. On écrire la fonction de transfert sous la forme :

$$\underline{H} = H'_0.\frac{1}{1 + jx'}.\frac{jx''}{1 + jx''}$$

où l'on précisera les valeurs de $H'_0, x' et\ x''$

Rép : 1°) $\underline{H} = \frac{\frac{1}{3}}{1 + \frac{j}{3}\left(RC\omega - \frac{1}{RC\omega}\right)}$ 2°) $\Delta x = \frac{1}{Q}$ 3°) $\underline{H} = \frac{3-\sqrt{5}}{2}.\frac{1}{1 + \frac{2jx}{3+\sqrt{5}}}.\frac{\frac{2jx}{3-\sqrt{5}}}{1 + \frac{2jx}{3-\sqrt{5}}}$