NOM : ……..

Interrogation de physique N°1
Lundi 5 septembre 2022 – 15 minutes

1. Ecrire les lettres grecques (minuscules) alpha, beta, gamma, delta, epsilon, eta, theta, mu, nu et xi.

2. Définir et calculer la valeur moyenne du signal $e(t) = E.\cos(\omega t)$.

3. On veut mesurer l'impédance d'un haut-parleur. Schématiser un montage permettant cette mesure.

4. Que mesure un voltmètre en AC ?

5. Estimer la surface du ballon de plage ci-contre (1CS).

6. Bonus : voici la bouée géante que je me suis offert cette année. Diamètre intérieur : 60 cm, diamètre extérieur : 140 cm !!! Géniale, sauf quand il faut la gonfler : pouvez-vous <u>estimer</u> le volume d'air nécessaire (1 CS) ?
   Aide : on pourrait faire une bouée avec des « frites » : comment ?

NOM : ……..

Interrogation de physique N°2
Lundi 12 septembre 2022 – 15 minutes

1. Calculer l'ordre de grandeur d'une fréquence lumineuse visible.

2. Une source S_0 émet une vibration quasi-monochromatique de pulsation ω (longueur d'onde λ_0) et d'amplitude a. Comment s'écrit cette vibration au point S_0 ?

3. Comment s'écrit cette vibration en un point M de l'espace atteint par l'onde ?

4. Donner la définition de l'intensité lumineuse (ou éclairement).

5. Que vaut cette intensité dans le cas de l'onde précédente en M ?

6. Rappeler les 4 conditions d'obtention des interférences entre deux ondes.

7. La loi de l'intensité observée en un point M d'un écran éclairé par deux ondes cohérentes est :

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

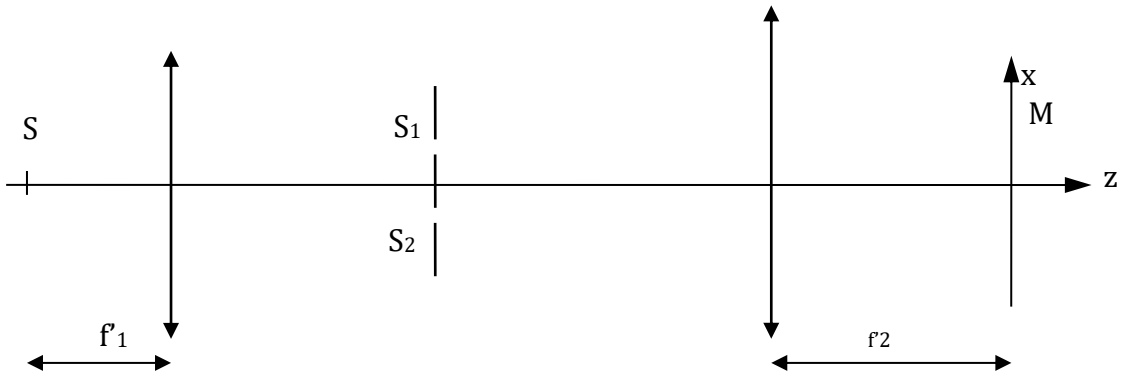
où φ est le déphasage entre les deux vibrations en M.

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

NOM : ……..

Interrogation de physique N°3
Lundi 19 septembre 2022– 15 minutes

On considère un montage de fentes d'Young avec lentilles (Montage de Fraunhoffer) :



1. Tracer les rayons interférant en M.

2. Définir et exprimer la différence de marche en M en fonction de a, distance entre les fentes, la focale d'une des deux lentilles et x, abscisse de M.

3. Qu'observe-t-on sur l'écran si la source S est élargie ? Répondre qualitativement.

On considère un interféromètre de Michelson éclairé par une source S.

4. Faire un schéma de l'interféromètre modélisé, faisant apparaitre S', image de S à travers la séparatrice S_p, la lame mince formée des miroirs M'_1, image de M_1 à travers S_p et M_2,

5. Tracer le cheminement d'un rayon issu de S' sous un angle i.

6. La source est large ; où sont localisées les interférences ?

7. Que vaut la différence de marche en un point M du champ d'interférences ? (Sans démonstration).

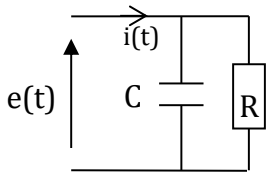
NOM : ……..

Interrogation de physique N°4
Lundi 3 octobre 2024 – 15 minutes

Electrocinétique :

On considère le circuit RC parallèle ci-contre alimenté par un générateur délivrant une tension :

$$e(t) = E.\cos(\omega t), \text{ d'image complexe } \underline{e}(t) = E.e^{j\omega t}$$



L'admittance du circuit est :

$$\underline{Y} = \frac{1}{\underline{Z}} = \frac{1}{R} + jC\omega$$

1. Quelles sont les parties réelle et imaginaire de $\underline{Y}$?

2. Quelles sont le module et l'argument de $\underline{Y}$?

3. Donner l'expression du courant $\underline{i}(t)$ complexe, puis du courant i(t) réel.

Thermodynamique :

4. Enoncer le premier principe de la thermodynamique pour les systèmes ouverts en régime stationnaire. Que signifie régime stationnaire ?

On considère une pompe à chaleur ditherme fonctionnant de manière réversible : la source froide (extérieur) est à t_f = 0°C et la source chaude (intérieur d'une maison) à t_c = 20°C.

5. Ecrire le premier principe et le deuxième principe pour cette machine.

6. Définir son efficacité et l'exprimer en fonction des températures des sources.

7. Faire l'application numérique.

NOM : ……..

Interrogation de physique N°5
Lundi 10 octobre 2022 – 15 minutes

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

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \mathrm{div}(\overrightarrow{j_n}) = 0$$

1) Quel terme n'apparaît pas dans ce bilan ? Donner son unité.

2) Que représentent physiquement les grandeurs n et $\overrightarrow{j_n}$? Quelles sont leurs unités ?

3) On considère un problème unidimensionnel cartésien : de quelles variables dépend n ?

4) Écrire dans ce contexte la loi de Fick et la projeter.

5) Comment s'écrit alors $\mathrm{div}(\overrightarrow{j_n})$?

6) On se place en régime stationnaire. Comment se simplifie l'équation ? Quelle(s) grandeur(s) sont alors conservées ?

7) On considère une marche au hasard unidimensionnelle codée en Python.
Le codeur, anonyme, a fait 4 erreurs dans son script. Ou sont-elles ?

```
def marche(P)            # P est le nombre de pas
   xm=[]
   for k in range (P):    # k est le numero de la particule qui va faire P pas
      pos=0                 #position initiale de la particule
      for i in range(N) :
         pos+=random.choice([-1,1])
         xm.append(pos)
   return xm
```

NOM : ……..

Interrogation de physique N°6
Lundi 17 octobre 2022 – 15 minutes

Répondre par vrai ou faux :

1) La résistance thermique se mesure en Ω.

2) Le vecteur densité de flux thermique a pour unité des $m^{-2}.s^{-1}$.

3) La puissance thermique est identique au flux thermique.

4) La résistance thermique d 'un barreau droit de section S, de longueur L et de conductivité thermique λ est $R = L/\lambda S$.

5) La loi de Fourier est analogue à la loi de Fick, donc λ a la même unité que le coefficient de diffusion D.

6) L'énergie interne volumique d'un matériau de masse volumique ρ et de chaleur massique c s'écrit

$$u = \rho.c.T$$

7) En régime stationnaire, le flux thermique se conserve toujours.

8) Dans un cas de conduction à symétrie cylindrique, si le flux thermique se conserve alors la densité de flux se conserve aussi.

9) La longueur sur laquelle se produit un phénomène de diffusion pendant une durée τ est $L \approx D.\tau^2$.

10) Le laplacien a pour unité m^{-1}.

11) La diffusion est un phénomène réversible spatialement mais irréversible temporellement.

12) Lorsque deux conducteurs thermiques sont soumis au même gradient de température mais sont parcourus par des flux thermiques différents, ces flux thermiques s'ajoutent et la conductance totale est égale à la somme des conductances.

NOM : ……..

Interrogation de physique N°7
Lundi 7 novembre 2022 – 15 minutes

Mécanique :

On considère un point matériel M de masse m accroché à l'extrémité libre d'un ressort de longueur à vide L_0 et de raideur K, se déplaçant sur un axe horizontal sans frottements. L'autre extrémité du ressort est fixe. On se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen.
On définit l'origine des coordonnées à la position d'équilibre de la masse.

1) Faire deux schémas, à l'équilibre, puis hors équilibre.

2) Réaliser le bilan des forces, définir une variable permettant l'étude du mouvement, puis déterminer l'équation différentielle vérifiée par cette variable.

3) Donner la solution générale de cette équation (on n'explicitera pas les constantes).

4) Quelle est la période du mouvement ?

5) La masse est cette fois verticale. L'origine des coordonnées est toujours définie à la position d'équilibre de la masse. Déterminer l'équation différentielle du système.

6) Le système est-il conservatif ? Pourquoi ? Quelle est son énergie potentielle ?

NOM : ……..

Interrogation de physique N°8
Lundi 14 novembre 2022 – 15 minutes

Référentiels non-galiléens :

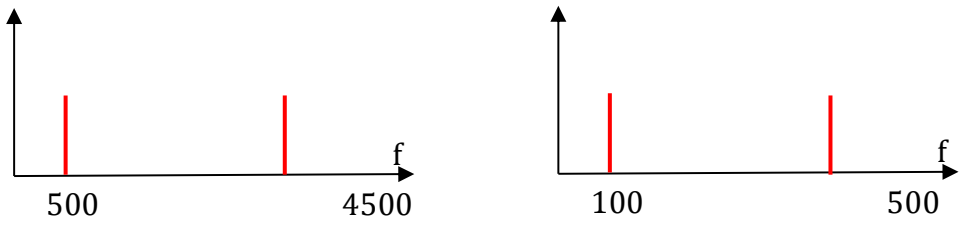
Répondre par vrai ou faux :

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'entrainement 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 Ep = mgz +cte.
7. L'énergie cinétique d'un point matériel s'écrit toujours Ec = ½ mv^2.
8. Lorsqu'un point se déplace sans frottements, la réaction du support est opposée au poids.
9. En coordonnées cylindriques, $\frac{d\overrightarrow{u_r}}{dt} = \overrightarrow{u_\theta}$.
10. Pour un satellite orbitant autour de la Terre, plus son altitude est basse, plus il tourne vite.

Analyse spectrale :

1) Enoncer le théorème de Shannon.

2) On réalise l'échantillonnage d'un signal à f = 500 Hz à une fréquence Fe1, puis à une fréquence Fe2. On obtient les spectres suivants :



Quelles sont les fréquences d'échantillonnage utilisées ?

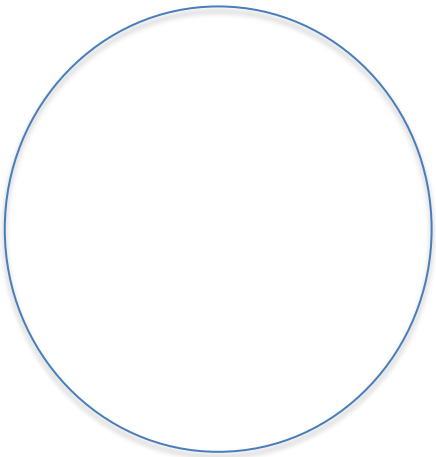
NOM : ……..

Interrogation de physique N°9
Lundi 21 novembre 2022 – 15 minutes

Fluides :

On se place en un point M d'un fluide de masse volumique ρ à l'Equateur terrestre.
La Terre de rayon R_T 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 $\vec{v} = v.\overrightarrow{u_\theta}$.

a) Faire un schéma de la situation faisant figurer : l'Équateur, l'axe de rotation de la Terre, le vecteur rotation du référentiel terrestre, le point M, les axes du repère en M, la vitesse relative, la vitesse d'entrainement, la vitesse absolue (éventuellement décaler les vecteurs !)



b) Exprimer la force d'interaction gravitationnelle exercée sur une masse dm en M. En déduire la force d'interaction gravitationnelle **volumique** en M.

c) Exprimer la force d'inertie d'entrainement volumique en M.

d) Exprimer le poids volumique en M.

e) Exprimer la force volumique de Coriolis en M.

f) Exprimer l'équivalent volumique des forces de pression en M.

NOM : ……..

Interrogation de physique N°10
Lundi 28 novembre 2022 – 15 minutes

1) Donner l'équation de conservation de la masse.

2) On considère un écoulement stationnaire : comment s'écrit alors l'équation ?

On rappelle le théorème d'Ostrogradsky :

$$\iiint_V div(\vec{v}).dV = \oiint_S \vec{v}.\overrightarrow{dS}$$

où V est le volume fermé par la surface S (fermée) orientée vers l'extérieur.

3) Quel débit se conserve pour un écoulement stationnaire ?

On considère maintenant un fluide incompressible.

4) Comment s'écrit alors l'équation de conservation de la masse ?

5) Quel(s) débit(s) se conserve(nt) pour l'écoulement d'un fluide incompressible ?

6) Écrire l'expression de l'accélération particulaire, et nommer les deux termes de cette accélération.

7) Calculer cette accélération pour le champ de vitesses :

$$\vec{v} = ky\overrightarrow{e_x}$$

NOM : ……..

Interrogation de physique N°11
Lundi 5 décembre 2022 – 15 minutes

On considère un écoulement de fluide visqueux et incompressible (viscosité η) dans une conduite horizontale rectangulaire de hauteur a, largeur b >> a, longueur L, et soumis à une différence de pression ΔP = P(0) –P(L).
Le poids est négligé devant les forces de pression.
Le champ de vitesses stationnaire eulérien s'écrit en coordonnées cylindriques :

$$\vec{v} = v(\mathrm{x}, z).\overrightarrow{u_x}$$

On rappelle l'équation de Navier-Stokes :

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

1) Montrer que la vitesse ne dépend pas de x.

2) Calculer l'accélération particulaire de cet écoulement.

3) Exprimer le vecteur $\eta\Delta\vec{v}$.

4) Projeter l'équation de Navier-Stokes et donner les trois composantes du vecteur $\overrightarrow{grad}P$.

5) Justifier que $\overrightarrow{grad}P = \overrightarrow{cte}$. Exprimer cette constante.

6) Calculer le champ des vitesses.

7) Quelle est la forme du nombre de Reynolds de l'écoulement ?

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 :

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

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°12
Jeudi 5 janvier 2023 – 15 minutes

1. Corde vibrante sous tension :

- Quels paramètres permettent de caractériser une corde vibrante ?
- Quelle(s) variable(s) permettent de caractériser le mouvement de la corde ?
- Quelle est la forme de l'équation différentielle régissant les vibrations de la corde?
- Quel est son nom ?
- Quelle est la célérité des ondes sur la corde ?

2. Onde dans un cristal :

- Quels paramètres macroscopiques permettent de caractériser le cristal ?
- Comment s'exprime la célérité en fonction de ces deux paramètres ? Ordre de grandeur ?

3. Généralités :

- Ecrire la forme générale d'une onde progressive plane harmonique homogène.
- Définir une onde stationnaire et écrire sa forme générale.
- En déduire les **pulsations propres** d'une corde de longueur L fixée aux deux extrémités.

NOM : ……..

Interrogation de physique N°13
Lundi 9 janvier 2023 – 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 = 340 m.s^{-1}.

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.

Cette onde se propage dans un tuyau de longueur L = 0,5 m, ouvert en x =0 et fermé en x = L.

4) Exprimer les fréquences propres du tuyau.

5) Calculer la fréquence fondamentale et les deux premiers harmoniques.

NOM : ……..

Interrogation de physique N°14
Lundi 16 janvier 2023– 15 minutes

1) Lesquelles de ces expressions des coefficients de réflexion et de transmission T en puissance sont-elles exactes ?

$$R = \left(\frac{Z_1}{Z_1+Z_2}\right)^2 \; ; \; R = \left(\frac{Z_1+Z_2}{Z_1-Z_2}\right)^2 \; ; R = \left(\frac{Z_1-Z_2}{Z_1+Z_2}\right)^2 ; \; T = \left(\frac{Z_1-Z_2}{Z_1+Z_2}\right)^2 ; \; T = \frac{4Z_1Z_2}{(Z_1+Z_2)^2} \; ; \; T = \left(\frac{4Z_1Z_2}{Z_1+Z_2}\right)^2$$

2) Définir le vecteur densité de courant et donner son expression dans un milieu homogène contenant n protons par unité de volume, chaque proton ayant une vitesse $\vec{v}$.

On considère un volume dV = S.dx , compris entre x et x+ dx, d'un matériau de section S dans lequel circulent des charges caractérisées par une densité volumique de charges ρ(x,t) et une densité de courant $\vec{j} = j(x,t)\overrightarrow{e_x}$.

3) Ecrire l'expression de la charge dQ(x,t) contenue dans le volume dV à l'instant t.

4) Ecrire l'expression de la charge dQ(x,t+dt) contenue dans le volume dV à l'instant t+dt.

5) Ecrire l'expression de la charge dQ_e(x,t) traversant la surface S située à l'abscisse x pendant dt.

6) Ecrire l'expression de la charge dQs(x+dx,t) traversant la surface S située à l'abscisse x+dx pendant dt.

7) Ecrire et justifier l'équation liant dQ(x,t), dQ(x,t+dt), dQ_e(x,t) et dQs(x+dx,t).

8) En déduire l'équation de conservation de la charge à une dimension.

NOM : ……..

Interrogation de physique N°15
Lundi 23 janvier 2023 – 15 minutes

1) Écrire les équations locales de l'électrostatique.

2) Quelles sont les équations intégrales correspondantes ?

3) Soit une charge ponctuelle $q > 0$ placée en un point O fixe. Donner l'expression du vecteur champ électrostatique $\vec{E}$ et du potentiel électrostatique V créé par q en un point M quelconque de l'espace situé à une distance r de O. On suppose que le potentiel électrostatique est nul à l'infini.

4) Rappeler la définition d'une ligne de champ et d'une surface équipotentielle. Quelles sont-elles sur l'exemple précédent de la charge ponctuelle $q > 0$ située en O ? En faire une représentation dans un plan passant par O.

5) On considère deux charges fixes positionnées sur un axe (Ox) : une charge $-q < 0$ au point A d'abscisse $x = -a$ et une charge $q > 0$ au point B d'abscisse $x = a$. Exprimer la force électrostatique $\vec{F}$ exercée par la charge)-q sur la charge q.

6) Quel est le travail de cette force lorsqu'on éloigne la charge q de sa position B à l'infini ?

NOM : ……..

Interrogation de physique N°16
Lundi 6 février 2023 – 15 minutes

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

   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.

2) Faire un schéma.

3) Quelles sont les symétries et les invariances de cette distribution de courant ?

4) En utilisant le théorème d'Ampère, calculer le champ à l'intérieur du solénoïde.

5) Quelle est l'expression de l'énergie stockée dans le solénoïde ?

NOM : ……..

Interrogation de physique N°17
Lundi 6 mars 2023 – 15 minutes

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

$$\underline{\vec{E}} = E_0.\overrightarrow{u_y}\,.\,exp\,j\left(\omega t - \underline{k}x\right)$$
$$avec\ j^2 = -1\ et\ \underline{k} = \mathrm{k}' - j.\mathrm{k}''$$

L'équation de propagation est :

$$\Delta\vec{E} = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2} + \mu_0\gamma\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$$

1) Quelles sont la direction de propagation et la direction de polarisation de cette onde ?

2) L'équation de propagation est-elle linéaire ?

3) Exprimer l'équation de dispersion de cette onde.

On admet que :

$$\underline{k} = \sqrt{\frac{\mu_0\gamma\omega}{2}} - j\sqrt{\frac{\mu_0\gamma\omega}{2}}$$

4) Écrire la forme réelle du champ électrique.

5) Définir et exprimer la vitesse de phase de cette onde. La propagation est-elle dispersive ?

6) Définir la vitesse de groupe de cette onde (pas de calcul) .

Interrogation de physique N°18
Lundi 20 mars 2023 – 15 minutes

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 .

1) Quelle doit être la relation entre E_2, E_1 et ν pour qu'une émission stimulée se produise ? 1

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

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

2) Que désignent N_1 et u(ν) ? Quelles sont leurs unités ? 3
3) Interpréter les trois termes du membre de droite.3
4) Comment s'écrirait le taux d'accroissement de la population N_1 des atomes dans l'état d'énergie E_1 ? 1
5) Exprimer le rapport des populations N_2/N_1 en régime stationnaire. L'effet laser peut-il avoir lieu ? Justifier.3

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

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

6) Représenter l'allure de I(r,0).2
7) Calculer le rayon r pour lequel $I = \frac{I_0}{e^2}$. En déduire une interprétation physique de w_0 .3
8) Quelles sont l'énergie et la quantité de mouvement du photon ? 2
9) Quelle est la signification physique de la fonction d'onde $\Psi(x, t)$ associée à une particule quantique ?1
10) Écrire l'inégalité de Heisenberg.1

Interrogation de physique N°19
Lundi 27 mars 2023 – 15 minutes

On donne l'équation de Schrödinger à une dimension pour une particule de masse m :

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

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

1) On considère V(x,t) = 0. Comment s'appelle une particule dans un tel potentiel ?

2) On considère dans la suite un état stationnaire pour lequel la fonction d'onde s'écrit :
$$\Psi(x,\mathrm{t}) = \varphi(x).\exp\left(-iEt/\hbar\right)$$

3) Montrer que la densité de probabilité d'un état stationnaire est indépendante du temps.

4) Former l'équation spatiale vérifiée par $\varphi(x)$.

5) Exprimer la solution générale de cette équation.

La particule est maintenant confinée dans un puits de potentiel infini, compris entre x = 0 et x = a, avec V(x) =0 pour 0 < x < a. Son énergie E est positive.

6) Faire un schéma du puits de potentiel.

7) Quelles sont les solutions générales de l'équation spatiale dans le puits ?

8) Quelles sont les conditions aux limites ?

9) Pour l'état n = 2, la fonction d'onde spatiale s'écrit pour 0 ≤ x ≤ a :
$$\varphi_2(\mathrm{x}) = \sqrt{\frac{2}{a}}.\sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right).$$
Représenter $\varphi_2(\mathrm{x})$, $|\varphi_2(\mathrm{x})|^2$ et $|\Psi_2(\mathrm{x},\mathrm{t})|^2$.

10) Exprimer l'énergie E_2 de l'état n= 2.

11) 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 ?