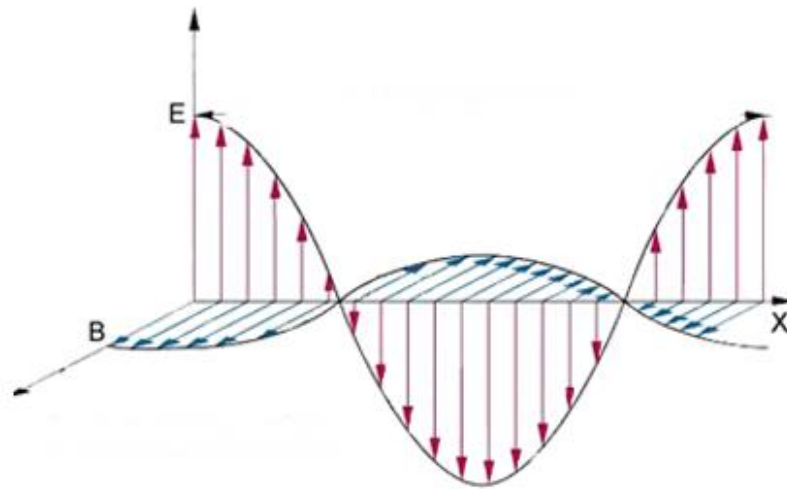


ANNATUT'

PHYSIQUE
UE3a

[Année 2013-2014]



- ⇒ Qcm issus des Tutorats, classés par chapitre
- ⇒ Correction détaillée

SOMMAIRE

1. MECANIQUE NEWTONIENNE, CHARGES ELECTRIQUES AU REPOS, FORMALISME DU POTENTIEL.....	3
Correction : MECANIQUE NEWTONIENNE, CHARGES ELECTRIQUES AU REPOS, FORMALISME DU POTENTIEL	8
2. ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE, CONDUCTION ELECTRIQUE, OSCILLATEURS.....	14
Correction : ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE, CONDUCTION ELECTRIQUE, OSCILLATEURS	19
3. NOTIONS DE PHYSIQUE QUANTIQUE	24
Correction : NOTIONS DE PHYSIQUE QUANTIQUE	27
4. DOMAINE DE L'OPTIQUE, FONDEMENTS DE L'OPTIQUE GEOMETRIQUE, DIOPTRIS ET LENTILLES, ŒIL ET VISION, SYSTEMES OPTIQUES SIMPLES	30
Correction : DOMAINE DE L'OPTIQUE, FONDEMENTS DE L'OPTIQUE GEOMETRIQUE, DIOPTRIS ET LENTILLES, ŒIL ET VISION, SYSTEMES OPTIQUES SIMPLES	35
5. INTERFERENCES, DIFFRACTION, POUVOIR DE RESOLUTION OPTIQUE	41
Correction : INTERFERENCES, DIFFRACTION, POUVOIR DE RESOLUTION OPTIQUE	43
6. EMISSION DE LA LUMIERE PAR LA MATIERE.....	45
Correction : EMISSION DE LA LUMIERE PAR LA MATIERE.....	49
7. LUMIERE ET COULEURS, PHOTOMETRIE.....	53
Correction : LUMIERE ET COULEURS, PHOTOMETRIE.....	55
8. BASES SUR LES ONDES, RADIOFREQUENCES, MAGNETISME, PRINCIPE DE LA RMN.....	57
Correction : BASES SUR LES ONDES, RADIOFREQUENCES, MAGNETISME, PRINCIPE DE LA RMN	61

1. MECANIQUE NEWTONNIENNE, CHARGES ELECTRIQUES AU REPOS, FORMALISME DU POTENTIEL

2012 – 2013 (Pr. Sepulchre)

QCM 1 : Cinématique et Dynamique

- A) La dynamique étudie les forces s'exerçant sur un objet immobile
- B) La cinématique étudie les forces s'exerçant sur un objet mobile
- C) Dans un mouvement rectiligne, l'accélération normale est forcément nulle
- D) Dans un mouvement circulaire, la vitesse est toujours constante
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 2 : Concernant les lois de Newton

- A) Elles ont un rôle essentiel en cinématique
- B) La 1ère loi de Newton explique un cas particulier de la 2ème loi de Newton
- C) Un corps solide sera en équilibre statique si et seulement si la somme des forces extérieures appliquées à ce solide est nulle
- D) Le principe d'inertie explique que dans un référentiel non galiléen, la vitesse d'un objet est constante si et seulement si la somme des forces extérieures est nulle
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 3 : Soit un électron qui tourne autour d'un proton suivant un mouvement circulaire uniforme. Le rayon est de r . Que dire à propos de son énergie cinétique ?

- A) Elle est de $ke^2/(2r)$ Joules
- B) Elle est de ke^2/r Joules
- C) Elle est de $-ke^2/r$ Joules
- D) Elle est obtenue en la déduisant de la 2ème Loi de Newton
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 4 : Considérez un ressort accroché au plafond de constante de raideur 2, lié à une masse de 9kg qui se déplace de 1m à 8m.s⁻¹. Quelle est l'énergie potentielle de pesanteur de ce système sachant que son énergie totale est de 0.002 MJ ?

- A) 1711 J
- B) 1,711 kJ
- C) 1712 J
- D) 288 J
- E) 0.288 kJ

QCM 5 : Soit un carré. Chaque côté = 1 m. Chaque extrémité du carré possède une charge +q. Quel est le potentiel électrique au centre de ce carré (en V) ?

- A) 0 B) $4\sqrt{2}kq$ C) $8kq/2$ D) $2\sqrt{2}kq/3$ E) $\sqrt{2}kq/3$

QCM 6 : Soit 2 plans parallèles électriquement chargés, séparés par du vide d'une distance de 10cm et ayant respectivement chacune pour densité $-9C/m$ et $+9C/m$

- A) La différence de potentiel électrique généré à l'intérieur des 2 plans est de 10^{13} V
- B) La différence de potentiel électrique généré à l'intérieur des 2 plans est de 10^{12} V
- C) La différence de potentiel électrique généré à l'intérieur des 2 plans est de 10^{11} V
- D) Si on remplit l'espace entre ces plans de verre, cette différence de potentiel électrique diminuera
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 7 : A propos de l'accélération

- A) Dans un mouvement rectiligne et uniforme sa norme est nulle
 B) Dans un mouvement circulaire et uniforme sa norme est nulle
 C) C'est un vecteur qui peut être décomposé en deux composantes : normale (perpendiculaire à la trajectoire) et tangentielle (tangente à la trajectoire)
 D) Dans un mouvement circulaire et uniforme la norme de sa composante tangentielle vaut $|\vec{a}_T| = \frac{v^2}{r}$ où v est la vitesse de l'objet et r le rayon de la trajectoire
 E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 8 : On considère un objet de masse m attaché à une extrémité d'un ressort vertical dont la constante de raideur vaut k . L'autre extrémité du ressort est attachée au plafond. On tire l'objet vers le bas, le ressort voit alors sa longueur augmenter de x . Soit \vec{i} un vecteur unitaire vertical dirigé vers le bas. Que peut-on dire à propos de cette situation ?

- A) L'énergie potentielle de pesanteur de l'objet diminue
 B) L'énergie potentielle élastique du système augmente
 C) L'objet est soumis à une force d'élasticité telle que $\vec{F} = -kx^2\vec{i}$
 D) Pour que le système soit à l'équilibre il faut entre autres que $x = \frac{mg}{k}$
 E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 9 : On considère un carré de côté a . Deux des sommets sont occupés par des électrons, et les deux autres par des ions calcium Ca^{2+} en alternance (un électron, un ion calcium, etc.). Quel est en volts le potentiel électrique au centre du carré ? On rappelle que la diagonale d'un carré de côté a vaut $a\sqrt{2}$

- A) 0 B) $\frac{2ke\sqrt{2}}{a}$ C) $\frac{5ke^2}{a\sqrt{2}} - \frac{8ke^2}{a}$ D) $-\frac{2ke\sqrt{2}}{a}$ E) $\frac{2ke^2}{2a}$

QCM 10 : Quelle est approximativement en cm.s^{-2} l'accélération centripète due au mouvement circulaire uniforme d'un point de l'Equateur terrestre ? On considérera que ce point se déplace de 0,07 milliradian en 1s et que le rayon équatorial de la Terre vaut 6400km

- A) 3,2 B) 8.10^{-14} C) $3,2.10^{-5}$ D) 8.10^{-10} E) $4,2.10^4$

QCM 11 : A propos de l'électrostatique

- A) La valeur de la force de Coulomb est en coulombs
 B) Les directions perpendiculaires aux lignes de champ indiquent la direction et le sens du champ électrique
 C) Le champ électrique en un point est défini comme étant la force électrostatique qui s'exercerait sur une charge unité placée en ce point
 D) Le champ créé par une charge ponctuelle possède une symétrie centrale
 E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 12 : Afin d'éviter les accidents d'exposition au sang (AES) chez le personnel soignant, il existe des cathéters dont l'aiguille est rétractable. Ceci se fait

grâce à un ressort de constante de raideur k et initialement comprimé (sa longueur vaut alors x). Il est accroché à l'embouchure du tube et à une extrémité de l'aiguille de telle sorte qu'une longueur x d'aiguille se trouve dans le tube. Soit L la longueur totale de l'aiguille. On considérera par la suite que le dispositif est horizontal et que le tube a une longueur égale à la longueur du ressort au repos notée l_0



- A) Pour garantir une sécurité optimale, on doit avoir $l_0 \gg L$
 B) L'énergie potentielle élastique du système à l'état initial vaut $U = \frac{1}{2}k(x - l_0)^2$
 C) Le travail de la force d'élasticité du ressort depuis la position de départ jusqu'à la position de repos vaut $W = \frac{1}{2}k(x - l_0)^2$
 D) La vitesse maximale atteinte par l'aiguille lors de l'activation de la sécurité vérifie $v_{\max} = (l_0 - x)\sqrt{\frac{k}{m}}$
 E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 13 : Un canon incliné à 30° par rapport à l'horizontale tire un projectile avec une vitesse initiale de 90m.s^{-1} . Quelle durée s'écoule entre le tir et l'arrivée du projectile sur le sol ? On prendra $g=10\text{m.s}^{-2}$, $\sin 30^\circ=0,5$ et $\cos 30^\circ\approx 0,9$

- A) 1 s B) 3 s C) 4,5 s D) 9 s E) 729 s

QCM 14 : Soit un électron en mouvement rectiligne et uniforme. Cette particule arrive parallèlement à deux plaques chargées de densités de charge respectives $\sigma = 2e \text{ C.m}^{-2}$ et $-\sigma = -2e \text{ C.m}^{-2}$ en passant entre ces plaques

- A) Entre les deux plaques s'exerce un champ électrique d'intensité $E = \frac{2e}{\epsilon_0}$
 B) Sur l'électron s'exerce une force électrique de norme $F = \frac{2e^2}{\epsilon_0}$
 C) Sur l'électron s'exerce une force électrique de norme $F = \frac{mv^2}{r}$
 D) Entre les plaques le vecteur accélération de l'électron est perpendiculaire au plan des plaques et dirigé vers la plaque portant la densité de charge σ
 E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 15 : On place quatre protons aux quatre sommets d'un carré de côté a . On place un ion négatif de charge $-Ze$ au centre de ce carré. Pour quelles valeurs de Z le système est-il lié ? On donne $\sqrt{2} \approx 1,4$

- A) 0 B) 1 C) 2 D) 3 E) 12

QCM 16 : On considère un système formé par deux plaques chargées de densité de charge superficielle $\sigma > 0$ chacune et espacées de 1mm

- A) Entre les plaques le champ créé par les deux plaques s'annule
 B) Entre les plaques le champ électrique résultant est perpendiculaire au plan des plaques et vaut $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$
 C) A l'extérieur des plaques le champ créé par les deux plaques s'annule
 D) A l'extérieur des plaques le champ électrique résultant est perpendiculaire au plan des plaques et vaut $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$
 E) Aucune de ces réponses n'est exacte

QCM 17 : Un canon incliné à 45° lance un boulet de 50 kg. Sachant que le boulet retombe 1,6 km plus loin, quelle est la vitesse initiale du boulet ? On prendra $g=10\text{m.s}^{-2}$; $\sin 45^\circ \approx 0,7$ et $\cos 45^\circ \approx 0,7$

- A) 100 m.s^{-1} B) 200 m.s^{-1} C) 400 m.s^{-1} D) 500 m.s^{-1} E) 16000 m.s^{-1}

QCM 18 : On fixe une bille de masse m à l'extrémité d'un ressort horizontal de constante de raideur k . L'autre extrémité du ressort est fixée à un pilier tournant. La bille décrit un mouvement circulaire uniforme de rayon r avec une vitesse v autour de ce pilier

- A) La bille est soumise à une accélération centripète
 B) D'après la deuxième loi de Newton la bille est soumise à une force centrifuge
 C) D'après le principe fondamental de la dynamique, la force que le ressort exerce sur l'objet a pour norme $F = \frac{mv^2}{r^2}$
 D) L'allongement δx du ressort par rapport à sa longueur de repos L_0 vérifie $\delta x = \frac{mv^2}{k(L_0 + \delta x)}$
 E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 19 : Deux plans parallèles et séparés d'une distance d , sont chargés électriquement avec des densités de charge opposées, respectivement égales à $+\sigma$ et $-\sigma$. Un électron de masse m se détache du plan chargé négativement et, quittant ce dernier avec une vitesse nulle, est accéléré vers l'autre plan qu'il atteint après un temps t (**QCM rédigé par le Pr Sepulchre**)

- A) L'électron subit une accélération constante égale à : $a = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \times \frac{e}{m}$
 B) Le temps de parcours de l'électron est égal à : $t = \frac{d}{v}$
 C) La vitesse finale de l'électron est : $v = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \times \frac{e}{m} \times t$
 D) La différence de potentiel entre les plans chargés est : $V = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d$
 E) Les propositions A-D sont fausses

QCM 20 : On considère une distribution de 3 charges $(+\delta, -\delta, +\delta)$ équidistantes et alignées sur une droite. La distance entre 2 charges adjacentes est a . La constante de Coulomb est notée k (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) L'énergie potentielle électrique de cette distribution de charges est égale à $U = -2k \frac{\delta^2}{a}$
- B) L'énergie potentielle électrique de cette distribution de charges est égale à $U = -\frac{3}{2}k \frac{\delta^2}{a}$
- C) La position de la charge centrale est une position d'équilibre stable
- D) Si la charge centrale est légèrement déplacée à droite ou à gauche son énergie potentielle diminue
- E) Les propositions A-D sont fausses

QCM 21 : Soit un enfant immobile dans un manège. On considèrera que l'enfant suit une trajectoire circulaire de rayon r à une vitesse constante v

- A) Le mouvement de l'enfant peut être considéré comme rectiligne uniforme
- B) L'accélération tangentielle de l'enfant vaut $a_T = \frac{mv^2}{r}$
- C) L'enfant subit une force centripète de norme $F = \frac{mv^2}{r}$
- D) L'énergie cinétique de l'enfant vaut $E_C = \frac{1}{2}ma_N r$ où a_N est la valeur de l'accélération normale de l'enfant
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 22 : La vitesse angulaire d'un objet suivant un mouvement circulaire uniforme est de 89 rad.min^{-1} . Le rayon de la trajectoire circulaire est de 5m. Que vaut environ son accélération en m.s^{-2} ?

- A) 15
- B) 8,25
- C) 11,25
- D) 19,25
- E) 30

QCM 23 : Un objet A possède une trajectoire ellipsoïde. Sa vitesse à $t_0=0$ est de 5cm/s. Pendant un temps X, on analyse le mouvement de cet objet et on note qu'il met au-delà de 2 secondes pour parcourir 10cm de sa trajectoire

- A) Le vecteur accélération tangentielle ici, est toujours de direction opposée au vecteur vitesse pendant le temps X
- B) L'objet a forcément décéléré au cours du temps X
- C) La norme de la composante normale du vecteur accélération au cours du temps X est non nulle
- D) L'accélération totale de l'objet A est nulle
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 24 : Concernant les lois de Newton

- A) La première loi est uniquement applicable dans un référentiel galiléen
- B) A et B sont deux objets qui interagissent ensemble et exercent une force l'un sur l'autre. La troisième loi stipule que les vecteurs force $F(A/B)$ et $F(B/A)$ ont la même direction et le même sens
- C) La deuxième loi est également nommé le principe d'inertie
- D) Les forces à distance (le poids par exemple) et les forces de contact (les frottements par exemple) sont à prendre en compte dans l'équation représentant le principe fondamental de la dynamique, ainsi que les forces internes du système physique
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 25 : Quelle est la hauteur maximale d'un boulet de canon de 1kg tiré verticalement (90°) ayant une vitesse initiale de 100 m/s ?

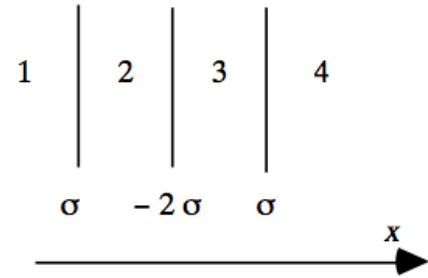
- A) 200 m
- B) 300 m
- C) 500 m
- D) 1 km
- E) 600m

QCM 26 : Quelle est l'unité de la constante k de la force de Coulomb ?

- A) $\text{N.m}^2/\text{C}$
- B) $\text{N}^2/\text{m}^2/\text{C}^2$
- C) $\text{N.m}^2.\text{C}^2$
- D) $\text{N.m}^2.\text{C}^{-2}$
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 27 : Soient 3 plans parallèles équidistants. Ils portent respectivement des densités électriques σ , -2σ , σ et s'étendent à l'infini. Quel est le champ électrique du domaine 2 ?

- A) $\sigma/2\epsilon_0$ N/C
- B) σ/ϵ_0 V/m
- C) $2\sigma/\epsilon_0$ N/C
- D) $-2\sigma/\epsilon_0$ V/m
- E) Toutes les propositions sont fausses



QCM 28 : Une charge positive Z_e est placée au centre d'un hexagone formé par 6 charges négatives $-e$. Quelle est la valeur minimale que Z (nombre entier) doit avoir pour que cette configuration de charges soit liée ? On donne l'information suivante : si r est le côté de l'hexagone, la distance entre deux quelconques de ses sommets est l'une des 3 valeurs suivantes : soit r , soit $\sqrt{3}r$, soit $2r$. De plus $1/\sqrt{3}$ peut être approximé par 0.58 (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 6
- E) Ce système n'est jamais lié

QCM 29 : Une particule est soumise à un champ de force dont le potentiel est décrit par la fonction $V(x) = (x^4/4 - x^2/2)$. Quels sont les abscisses des points d'équilibre stables de cette particule ? Rappel mathématique 1 : Le maximum d'une fonction est au niveau de l'abscisse tel que la dérivée première de la fonction est nulle et la dérivée seconde de la fonction est positive. Rappel mathématique 2 : Le minimum d'une fonction est au niveau de l'abscisse tel que la dérivée première de la fonction est nulle et la dérivée seconde de la fonction est négative (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) 0
- B) 1
- C) 0 et 1
- D) 0 et 1 et -1
- E) 1 et -1

QCM 30 : A propos de l'électrostatique

- A) Le sens du champ électrique va du + vers le -
- B) Les lignes de champ d'un dipôle électrique mettent en évidence une symétrie centrale
- C) Soit 2 plans ayant une densité de charge respectivement $+5 \text{ C/m}^2$ et -5 C/m^2 . Le champ électrique en dehors de ces plans est nul
- D) Soit 2 plans ayant une densité de charge respectivement $+5 \text{ C/m}^2$ et -5 C/m^2 . Le champ électrique entre ces deux plans est nul
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 31 : A propos de la physique mécanique

- A) Soit un objet en mouvement, subissant une force d'élasticité et de pesanteur. Dans ce cas, la force d'élasticité ne dépend que des points de départ et d'arrivée de l'objet
- B) L'unité de la tension électrique est le J/C
- C) L'énergie potentielle associée à la force de pesanteur vaut $U = mgz$ avec z la hauteur parcourue de l'objet
- D) Soit un objet subissant uniquement une force de pesanteur et une force de Coulomb. On pourra dire que son énergie totale reste constante au cours du temps
- E) Toutes les propositions sont fausses

Correction : MECANIQUE NEWTONIENNE, CHARGES ELECTRIQUES AU REPOS, FORMALISME DU POTENTIEL

2012 – 2013

QCM 1 : Réponse C

- A) Faux: Objet Mobile
 B) Faux : La cinématique ne prend pas en compte les forces extérieures
 C) Vrai : La trajectoire n'est pas modifiée, donc l'accélération normale est nulle (attention, cela ne veut pas dire que l'accélération totale est nulle !)
 D) Faux : Si on avait uniforme, la vitesse aurait été constante !
 E) Faux

QCM 2 : Réponse B

- A) Faux : en dynamique !
 B) Vrai
 C) Faux : Il faut aussi que la somme des moments de force soit nulle
 D) Faux : Le référentiel doit être galiléen (et non pas "non galiléen" ...)
 E) Faux

QCM 3 : Réponses A, D

$$\begin{aligned} \text{2ème Loi de Newton : } m v^2 / r &= k e^2 / r^2 \\ 0.5 m v^2 / r &= 0.5 k e^2 / r^2 \\ E_c &= 0.5 k e^2 / r \end{aligned}$$

QCM 4 : Réponses A, B

$$E(\text{totale}) = E_c + E_{pp} + E(\text{potentielle élastique}) \text{ et donc } 2 * 10^3 = (0.5 * 9 * 64) + x + (0.5 * 2 * 1)$$

On isole x et on trouve $1711 J = 1,711 KJ$

QCM 5 : Réponse B

La force de Coulomb est ADDITIVE :
 La distance entre le centre du carré et 1 des extrémités $= 0.5\sqrt{2}$
 $V(\text{centre du carré}) = k(q_1 + q_2 + q_3 + q_4)/r = 4kq/0.5\sqrt{2}$ Or $1/\sqrt{2} = \sqrt{2}/2$
 Donc on trouve $V(\text{centre du carré}) = 4\sqrt{2}kq$ Volts

QCM 6 : Réponses C, D

$E = 9/9 \times 10^{-12}$ (il faut arrondir le 8.8 en 9 ici)
 $E = 10^{12} V/m$ (connaître les unités !)
 Comme l'unité est en V/m, on multiplie E par une distance pour avoir les Volt !
 Différence de potentiel $= 10^{11} V$
 Réponse D : E diminue, et donc la différence de potentiel diminue aussi (NB : E est en V/m, donc est proportionnel à la DDP!)

QCM 7 : Réponses A, C

- A) Vrai : Ni la trajectoire ni la vitesse ne sont modifiées, donc la norme de l'accélération est nulle
 B) Faux : La trajectoire est modifiée donc l'accélération normale n'est pas nulle
 C) Vrai : Ce sont des définitions à connaître
 D) Faux : C'est la composante NORMALE dont la norme vaut $|\vec{a}_N| = \frac{v^2}{r}$ (en effet, la norme de l'accélération vaut $|\vec{a}| = \frac{v^2}{r}$ et la composante tangentielle est nulle)
 E) Faux

QCM 8 : Réponses A, B, D

- A) Vrai : On a $E_{pp} = -mgz$; ici on augmente z et donc on diminue $-mgz$ et donc E_{pp}
 B) Vrai : On a $E_{pE} = \frac{kx^2}{2}$; ici on augmente x (le vecteur unitaire est dirigé vers le bas) donc on augmente x^2 et ainsi on augmente également E_{pE} (d'ailleurs on remarquera que comme x est au carré, peu importe son sens de variation)

C) Faux : La force élastique est $\vec{F} = -kx\vec{t}$ (attention à ne pas mettre de carré dans la formule de la force ! Le carré est pour l'énergie potentielle et le travail !)

D) Vrai : On doit avoir entre autres un bilan des forces nul : $\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$

En projetant verticalement : $mg - kx = 0$ d'où $kx = mg$ et donc $x = \frac{mg}{k}$

E) Faux

QCM 9 : Réponse B

On demande ici le potentiel électrique en volts, donc attention à utiliser la bonne formule ! Le centre du carré est situé à une distance égale à la moitié de la diagonale par rapport à chaque sommet, donc à $\frac{a\sqrt{2}}{2} = \frac{a}{\sqrt{2}}$

$$V = 2 \frac{-ke\sqrt{2}}{a} + 2 \frac{2ke\sqrt{2}}{a} = \frac{-2ke\sqrt{2} + 4ke\sqrt{2}}{a} = \frac{2ke\sqrt{2}}{a} V$$

A) Faux B) Vrai C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 10 : Réponse A

Ici le principal piège est de prendre la mauvaise unité ou la mauvaise puissance...

La vitesse angulaire de la Terre est de $\omega = 0,07.10^{-3} = 7.10^{-5} \text{rad.s}^{-1}$

On en déduit l'accélération centripète due au mouvement circulaire uniforme :

$$a_N = \omega^2 r = (7.10^{-5})^2 * 6400.10^3 = 49.10^{-10} * 6,4.10^6 \approx 50 * 6,4.10^{-4} = 320.10^{-4} = 3,2.10^{-2} \text{m.s}^{-2}$$

$$a_N = 3,2 \text{cm.s}^{-2}$$

A) Vrai B) Faux C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 11 : Réponses C, D

A) Faux : C'est une force donc elle s'exprime en newtons...

B) Faux : Ce sont les directions tangentes aux lignes de champ qui indiquent la direction et le sens du champ électrique

C) Vrai : C'est la définition du cours

D) Vrai : C'est la définition du cours

E) Faux

QCM 12 : Réponses A, B, C, D

A) Vrai : Pour garantir une bonne sécurité, il faut que le mandrin « rentre » complètement dans le ressort, et donc que la longueur du ressort au repos soit nettement supérieure à celle du mandrin, d'où $l_0 \gg L$

B) Vrai : La variation de longueur du ressort par rapport à sa longueur de repos avant l'activation de la sécurité vaut $x - l_0$ (longueur-longueur au repos). L'énergie potentielle élastique avant l'activation de la sécurité vaut alors $U = \frac{1}{2}k(x - l_0)^2$

C) Vrai : Le travail W_{AB} entre la position de départ avant l'activation de la sécurité correspond à la différence d'énergie potentielle $U - U_{\text{repos}}$. Or $U_{\text{repos}} = \frac{1}{2}k(l_0 - l_0)^2 = 0 \text{ J}$ d'où $W_{AB} = U = \frac{1}{2}k(x - l_0)^2$

D) Vrai : L'énergie totale du mandrin s'écrit $E = E_C + U_{\text{élastique}}$. Lorsque le ressort atteint sa longueur d'équilibre,

$U_{\text{élastique}} = 0 \text{ J}$ et donc E_C et v sont maximales. On a dans ce cas $E = E_C = \frac{1}{2}mv^2$ Or avant l'activation de la sécurité

E_C est nulle et $E = U_{\text{élastique}} = U = \frac{1}{2}k(x - l_0)^2$

D'où $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k(x - l_0)^2$ càd $v^2 = \frac{k}{m}(x - l_0)^2$ et donc $v = (l_0 - x)\sqrt{\frac{k}{m}}$ (Attention ! $x - l_0$ est NEGATIF ! Le passage à la racine carrée donne un nombre positif, donc on prend l'opposé...)

E) Faux

QCM 13 : Réponse D

La seule force qui intervient est le poids. D'après la deuxième loi de Newton $ma_z = -mg$ en projection verticale ce qui donne $a_z = -g$ et par intégrations successives $v_z = -gt + v_0 \sin \alpha$ puis $z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \sin \alpha$

Lorsque le projectile touche le sol on a $0 = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 t \sin \alpha$ d'où $\frac{1}{2}gt^2 = v_0 t \sin \alpha$

En simplifiant par t : $\frac{1}{2}gt = v_0 \sin \alpha$ et ainsi $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2*90*0,5}{10} = 9 \text{ s}$

A) Faux B) Faux C) Faux D) Vrai E) Faux

QCM 14 : Réponses A, B, D

A) Vrai : Les champs électriques créés par les plaques s'additionnent (signes des densités de charge opposés) et

$$\text{donc on a } E = \frac{2e}{2\epsilon_0} + \frac{2e}{2\epsilon_0} = \frac{2e}{\epsilon_0}$$

B) Vrai : La force électrique s'appliquant à l'électron passant entre les plaques a pour norme $F = eE = e \frac{2e}{\epsilon_0} = \frac{2e^2}{\epsilon_0}$

C) Faux : Certes, d'après le PFD appliqué à notre situation, on a $\vec{F} = m\vec{a}$ et donc $F = ma$... Mais ici l'électron n'est PAS en mouvement circulaire uniforme ! On a donc $a \neq \frac{v^2}{r}$ et donc $F \neq \frac{mv^2}{r}$!

D) Vrai : La force électrique s'exerçant sur l'électron vaut $\vec{F} = -e\vec{E}$. Par définition \vec{E} est perpendiculaire au plan formé par les plaques et orienté de la plaque portant la densité de charge positive σ vers l'autre plaque de densité de charge négative $-\sigma$. Ainsi, la force électrique est perpendiculaire au plan des plaques et orientée vers la plaque de densité de charge σ . D'après le PFD $\vec{F} = m\vec{a}$ donc le vecteur accélération de l'électron est perpendiculaire au plan des plaques et dirigé vers la plaque portant la densité de charge σ

E) Faux

QCM 15 : Réponses B, C, D, E

$$\text{L'énergie potentielle du système vaut } U = 4 * \frac{ke^2}{a} + 2 * \frac{ke^2}{a\sqrt{2}} + 4 * \frac{-2kZe^2}{a\sqrt{2}} = 4 * \frac{ke^2}{a} + \frac{ke^2\sqrt{2}}{a} + 4 * \frac{-kZe^2\sqrt{2}}{a}$$

D'où $U = \frac{ke^2}{a} (4 + \sqrt{2} - (4\sqrt{2})Z)$. Le système est lié lorsque $U < 0$; $\frac{ke^2}{a}$ est positif donc pour que le système soit lié il

faut que $4 + \sqrt{2} - (4\sqrt{2})Z < 0$ c-à-d $Z > \frac{4+\sqrt{2}}{4\sqrt{2}}$; $4 + \sqrt{2} \approx 4 + 1,4 = 5,4$ et $4\sqrt{2} \approx 4 * 1,4 = 5,6$, ce qui fait que $\frac{4+\sqrt{2}}{4\sqrt{2}} < 1$. Le système est donc lié pour $Z \geq 1$, donc pour 1, 2, 3 et même 12

A) Faux B) Vrai C) Vrai D) Vrai E) Vrai

QCM 16 : Réponses A, D

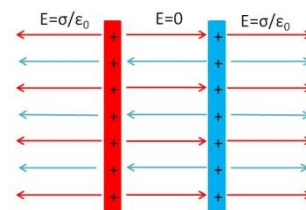
A) Vrai : cf. ci-dessous

B) Faux : Les champs électriques créés par les deux plaques s'annulent entre les plaques (même valeur car même plaque, même direction et sens opposés)

C) Faux : Les champs électriques créés par les deux plaques s'additionnent à l'extérieur des plaques (même valeur car même plaque, même direction et même sens) ce qui donne $E = 2 \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

D) Vrai : cf. ci-dessus

E) Faux



QCM 17 : Réponse C

La seule force qui intervient est le poids. On se souvient que $z = h + \frac{v_{0z}}{v_{0x}}x - \frac{g}{2v_{0x}^2}x^2$ c'est-à-dire $z = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}x - \frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x^2$ dans notre exemple. Au point de chute : $0 = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}x_c - \frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x_c^2$ soit $\frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x_c^2 = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}x_c$ d'où $2v_0^2\cos^2\alpha = \frac{gx_c\cos\alpha}{\sin\alpha}$ et

$$\text{donc } v_0^2 = \frac{gx_c}{2\sin\alpha\cos\alpha} = \frac{gx_c}{\sin(2\alpha)}$$

$$\text{Enfin } v_0 = \sqrt{\frac{gx_c}{\sin(2\alpha)}} = \sqrt{\frac{10*16.10^3}{\sin 90^\circ}} = \sqrt{16.10^4} = 400 \text{ m.s}^{-1}$$

A) Faux B) Faux C) Vrai D) Faux E) Faux

QCM 18 : Réponses A, D

A) Vrai : En mouvement circulaire uniforme l'accélération est toujours centripète (dirigée vers le centre de la trajectoire)

B) Faux : D'après la deuxième loi de Newton $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$; la masse étant toujours positive, la bille est soumise à une force colinéaire à l'accélération et allant dans le même sens qu'elle. C'est pourquoi on peut affirmer que la bille est soumise à une force centripète

C) Faux : D'après le PFD $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$. Seule la force exercée par le ressort sur la bille a une composante horizontale de valeur F (qui est d'ailleurs son unique composante) donc on trouve $F = ma$. Or la bille est en mouvement circulaire uniforme, donc $a = \frac{v^2}{r}$ d'où $F = \frac{mv^2}{r}$

D) Vrai : La force d'élasticité du ressort a pour valeur $F = k\delta x$; on a alors $k\delta x = \frac{mv^2}{r}$ et donc $\delta x = \frac{mv^2}{kr}$. De plus, le ressort allongé de δx a pour longueur le rayon de la trajectoire, ce qui fait que $r = L_0 + \delta x$ et ainsi $\delta x = \frac{mv^2}{k(L_0 + \delta x)}$

E) Faux

QCM 19 : Réponses A, C, D

A) Vrai : Champ électrique entre les plaques : $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

Force exercée sur l'électron : $F = eE = \frac{\sigma}{\epsilon_0} e$

Principe fondamental de la dynamique : $F = ma \Leftrightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \times \frac{e}{m}$

B) Faux : L'électron est accéléré, sa vitesse n'est donc pas constante, ce qui fait qu'on ne peut avoir la relation $t = \frac{d}{v}$

C) Vrai : $a = \frac{dv}{dt}$ donc $v = at + \text{constante} = at + 0 = at = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \times \frac{e}{m} \times t$

D) Vrai : La différence de potentiel est égale à $V = -\int E(\vec{r}) d\vec{r} = Ed = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d$

E) Faux

QCM 20 : Réponses B, C

A) Faux : $U = 2 * \left(k \frac{-\delta^2}{a} \right) + k \frac{\delta^2}{2a} = -\frac{4k\delta^2}{2a} + \frac{k\delta^2}{2a} = -\frac{3}{2} k \frac{\delta^2}{a}$

B) Vrai : cf. ci-dessus

C) Vrai : La charge dans cette position est soumise de la part des deux charges positives à deux forces qui s'annulent, la résultante est nulle et la charge est donc en équilibre. Si on la déplace du côté d'une des charges que l'on note 1, la force exercée par la charge 1 augmente (car la distance diminue) et la force exercée par la charge 2 diminue (car la distance augmente). La résultante est une force dirigée vers la charge 1, qui tend donc à éloigner la charge de sa position d'équilibre. Il s'agit donc d'une position d'équilibre instable

D) Faux : Une position d'équilibre instable correspond à un maximum d'énergie potentielle, on comprend aisément qu'en écartant la charge de sa position d'équilibre son énergie potentielle diminue. Analogie : Un grimpeur sur une montagne

E) Faux

QCM 21 : Réponses C, D

A) Faux : L'enfant suit une trajectoire circulaire à vitesse constante, son mouvement peut donc être qualifié de circulaire uniforme

B) Faux : Dans un mouvement circulaire uniforme, l'accélération tangentielle est nulle. Par ailleurs, l'accélération normale dans un mouvement circulaire uniforme vaut $a_N = \frac{v^2}{r}$, donc l'item est doublement faux

C) Vrai : Le vecteur accélération n'a qu'une composante normale de valeur $a_N = \frac{v^2}{r}$ dirigée vers le centre de la trajectoire ; d'après la deuxième loi de Newton $\vec{F} = m\vec{a} = m\vec{a}_N$, donc l'enfant subit une force centripète de norme $F = ma_N = \frac{mv^2}{r}$

D) Vrai : L'énergie cinétique de l'enfant vaut $E_C = \frac{1}{2}mv^2$. Or, $a_N = \frac{v^2}{r}$ donc $v^2 = a_N r$ d'où la relation $E_C = \frac{1}{2}ma_N r$

E) Faux

QCM 22 : Réponse C

$$a = \omega^2 r = \left(\frac{90}{60} \right)^2 * 5 = 1,5^2 * 5 = 2,25 * 5 = 11,25 \text{ m/s}^2$$

QCM 23 : Réponses BC

L'objet a une vitesse initiale de 5cm/s. Cependant, pour effectuer une partie de sa trajectoire, il met plus de 2s pour effectuer 10cm. Cela veut dire que sa vitesse pendant son trajet n'est pas constante.

Cependant, on ne peut pas dire que l'objet a uniquement décéléré pendant ce trajet ; il a très bien pu augmenter de vitesse d'un facteur X, puis diminuer de vitesse d'un facteur nX, ce qui explique pourquoi l'item A est faux.

L'objet suit une trajectoire ellipsoïde, sa trajectoire change de direction donc la composante normale de son accélération n'est pas nulle. L'objet change de vitesse au cours du temps, par conséquent la composante tangentielle de son accélération n'est pas nulle. On rappelle que l'accélération totale est ici non nulle pendant toute la durée de la trajectoire, car il y a un changement de direction de l'objet. (Accélération normale non nulle)

QCM 24 : Réponse A

1e loi : Principe d'inertie

2e loi : Principe fondamental de la dynamique

On ne prend pas en compte les forces internes dans l'équation du principe fondamental de la dynamique.

3e loi : les deux forces ont la même direction, mais pas le même sens

QCM 25 : Réponse C

Lorsque l'objet atteint la hauteur maximale, sa vitesse devient nulle, puis retombe vers le bas. Lorsque $t=0$, la vitesse de l'objet est de 100 m/s.

D'après le théorème de l'énergie cinétique : $E_c(B) - E_c(A) = -mgz$ donc $0.5 m v_2 = mgz$ et $z = 0.5 * 10^3 = 500 m$

QCM26 : Réponse D

Pour s'aider, on se sert de la formule $F = kQq/r^2$ avec F en N, r en m, Q et q sont en C

L'unité est donc le $N.m^2.C^{-2}$

QCM 27 : Réponse B

Il faut prendre en compte toutes les densités de charges et les associer. Il faut faire attention au signe du vecteur de chaque champ électrique. Prenons comme sens de référence Gauche - Droite. Tout vecteur qui va de droite à gauche est négatif. Tout vecteur de gauche à droite est positif alors.

On s'intéresse au domaine 2 :

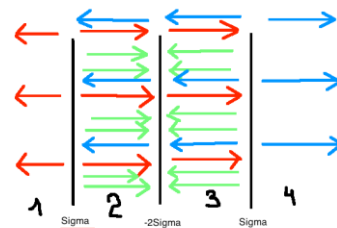
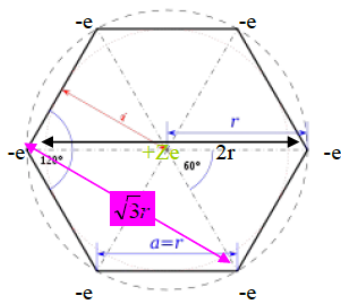
Apport de la 1e distribution de charge : $+\sigma/2\epsilon_0(0)$ (en rouge : gauche droite)

Apport de la 2e distribution de charge : $+2\sigma/2\epsilon_0(0)$ (en vert : gauche droite)

Apport de la 3e distribution de charge : $-\sigma/2\epsilon_0(0)$ (en bleu : droite-gauche)

On additionne ces 3 "apports", ce qui donne $2\sigma/2\epsilon_0(0) = \sigma/\epsilon_0(0)$

On notera que la direction des flèches du schéma est liée au fait que la direction du champ électrique va du + vers le -

**QCM 28 : Réponse B**

- les -6 e ont chacun entre eux une distance de r (contours de l'hexagone)
- les -6 e ont chacun une distance de r par rapport à -Ze
- 3 paires de -e sont séparés par une distance de 2r (diamétralement opposés)
- Les -6 e ont chacun entre eux une distance de $\sqrt{3}r$

Donc au final :

$$U = \frac{6ke^2}{r} + \frac{6ke^2}{\sqrt{3}r} + \frac{3ke^2}{2r} - \frac{6kZe^2}{r}$$

On factorise : $U = \frac{6ke^2}{r} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{4} + Z \right)$

Sachant que $U < 0$ on résout l'équation en isolant Z.

On trouve $Z > 1,83$ donc Z minimum = 2 pour que le système soit lié.

QCM 29 : Réponse E

Le prof vous a dit que seuls les minima de $V(x)$ correspondent à des points d'équilibres stables.

Donc les points d'équilibres stables (soit les minima) sont tels que la dérivée première de $V(x)$ s'annule et que la dérivée seconde soit positive. (Les physiciens sont des mathématiciens cachés ... il faut faire une petite étude de fonction comme au lycée)

*Donc on calcule la dérivée : $V'(x) = x^3 - x$

On la factorise (car on ne sait pas résoudre les fonctions cubiques) : $V'(x) = x(x^2 - 1)$

RAPPEL : Un produit de facteurs est nul lorsque l'un au moins des facteurs est nul soit :

$$x=0 \text{ ou } x^2-1=0 \text{ donc soit } x = \{-1, 0, 1\}$$

*Maintenant vérifions si pour ces points, la dérivée seconde est positive.

$$V''(x) = 3x^2 - 1$$

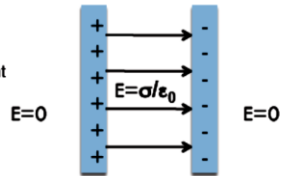
*Donc les deux seuls points d'équilibres stables sont -1 et 1 car ils ont la dérivée qui s'annule et la dérivée seconde qui reste positive !!!

QCM 30 : Réponses A, C

Exemple 4 : Champ électrique entre 2 plans chargés.

En appliquant le principe de superposition à l'exemple précédent, on déduit que le champ créé par deux plaques (infinies) chargées, avec des densités opposées, est constant entre les plaques, où il vaut $E = \sigma/\epsilon_0$, et s'annule à l'extérieur de celles-ci.

Rem: quoique l'unité s.i. de E soit le N/C, on utilise généralement l'unité équivalente « Volt/mètre ». $1 \text{ Vm}^{-1} = 1 \text{ N C}^{-1}$

**QCM 31 : Réponses A, B, C, D**

2. ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE, CONDUCTION ELECTRIQUE, OSCILLATEURS

2012 – 2013 (Pr. Sepulchre)

QCM 1 : Concernant les dipôles électriques

- A) Il peut exister un moment dipolaire induit dans les molécules polaires
- B) L'interaction dipôle- ion permanent est à l'origine du phénomène de solvation
- C) Un atome ou une molécule présente un moment dipolaire permanent à condition que les barycentres des charges positives et négatives coïncident
- D) Les forces de Van der Waals sont de plus longue portée que les forces de Coulomb
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 2 : On considère le segment [AB] de longueur $AB=10 \text{ pm}$ portant en A la charge $+3 \times 10^{-19} \text{ C}$ et en B la charge $-3 \times 10^{-19} \text{ C}$. Quel est le moment dipolaire de ce dipôle ?

- A) $p = -6 \times 10^{24} \text{ C.m}^{-1}$
- B) $p = 6 \times 10^{24} \text{ C.m}$
- C) $p = 3 \times 10^{30} \text{ C.m}$
- D) $p = 6 \times 10^{24} \text{ C.m}^{-1}$
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 3 : Soit un dipôle de moment dipolaire $= 3 \times 10^8 \text{ C.m}$. Si on émet un champ électrique de 4 V.m à 30° de ce dipôle, quelle est l'énergie potentielle électrique engendrée? NB : $\cos(30) = \sqrt{3}/2$

- A) $U = -12 \times 10^8 \text{ J}$
- B) $U = -4\sqrt{3} \times 10^8 \text{ J}$
- C) $U = -6\sqrt{3} \times 10^8 \text{ J}$
- D) Elle est obtenue en faisant un produit scalaire
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 4 : On considère la molécule de CO. La charge portée par le carbone est de $2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Le moment dipolaire de la molécule est de $9,6 \cdot 10^{-30} \text{ C.m}$. Que vaut la distance séparant les 2 atomes de cette molécule ?

- A) $2,45 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
- B) $0,048 \text{ nm}$
- C) $9,8 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
- D) $0,0245 \text{ nm}$
- E) $1,2 \text{ pm}$

QCM 5 : On considère une masse m au bout d'un ressort plongé dans une solution visqueuse. Dans ces conditions, la pulsation du système est de 3 rad.s^{-1} et le temps d'amortissement est de 1 s . On donne la constante de raideur du ressort égale à 4 SI . Que vaut la masse m (en mg) ?

- A) 4
- B) 0,4
- C) 20
- D) 40
- E) 400

QCM 6 : On considère un conducteur de résistivité égale à $3,14 \Omega \cdot \text{m}$, de section de $1,4 \text{ cm}^2$ et de longueur 7 mm . Que vaut la résistance de ce conducteur ?

- A) $6,28 \cdot 10^{-2} \Omega$
- B) $157 \text{ m}\Omega$
- C) 157Ω
- D) $157 \cdot 10^{-3} \Omega$
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 7 : On considère la molécule de OH dont les barycentres des charges positives et négatives sont séparés d'une distance de 70 pm . Que vaut le moment dipolaire de cette molécule sachant que l'excédent de charge porté par l'hydrogène est de $1,5 \cdot 10^{-19}$?

- A) $1,05 \cdot 10^{-29} \text{ C.m}$
- B) $2,1 \cdot 10^{-29} \text{ C.m}$
- C) $5,25 \cdot 10^{-30} \text{ C.m}$
- D) $1,05 \cdot 10^{-20} \text{ nC.m}$
- E) $2,1 \cdot 10^{-20} \text{ nC.m}$

QCM 8 : On utilise deux condensateurs initialement identiques. Le premier fonctionne sous vide et le deuxième est rempli de whiskey. On donne la constante diélectrique du whiskey égale à 5

- A) Le premier condensateur possède une capacité 5 fois supérieure à celle du deuxième condensateur
- B) Le premier condensateur possède une capacité 5 fois inférieure à celle du deuxième condensateur
- C) L'énergie emmagasinée dans le premier condensateur est 25 fois supérieure à celle emmagasinée dans le deuxième condensateur
- D) L'énergie emmagasinée dans le premier condensateur est 5 fois inférieure à celle emmagasinée dans le deuxième condensateur
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 9 : On considère un circuit électrique composé d'un élément conducteur de résistance R traversé par un courant I . On donne la puissance consommée égale à 80mW et la tension aux bornes du matériau égale à $1,6\text{V}$. Que vaut la résistance R du matériau en Ohm?

- A) 5 B) 0,032 C) 32 D) 0,5 E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 10 : On suspend une masse $m=25\text{g}$ au bout d'un ressort de constante de raideur $k=4\text{ SI}$. A l'équilibre statique, le ressort s'allonge de 12cm par rapport à sa longueur au repos. Quelle est la période propre des oscillations harmoniques de ce système masse-ressort ? (on donne $g=9\text{m.s}^{-2}$ et $\sqrt{3}=1,7$)

- A) 0,4 s B) 15,7 s C) 8,5 s D) 0,74 s E) 1,89 s

QCM 11 : A propos de la conduction électrique

- A) La résistance d'un conducteur est inversement proportionnelle à la température
B) La résistivité est proportionnelle au coefficient de diffusion
C) La conductivité est inversement proportionnelle à la résistance
D) La résistivité est proportionnelle à la longueur du conducteur
E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 12 : A propos des interactions de Van der Waals

- A) Elles sont créées par l'interaction entre un dipôle et une charge
B) Elles permettent de rendre compte des changements de phase de la matière
C) L'interaction entre deux dipôles induit est à l'origine des forces de Debye
D) L'interaction entre deux dipôles permanents est à l'origine des forces de London
E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 13 : Un pendule est constitué d'une masse $m=1\text{kg}$, accroché au bout d'un fil de longueur $2,5\text{m}$. Toute force de frottement est négligée. Le système est mis en mouvement à partir de sa position d'équilibre avec une vitesse $v_0=1\text{m.s}^{-1}$. On considère les angles formés avec la verticale comme étant peu importants. On donne $g=10\text{ SI}$

- A) La période propre des oscillations est d'environ $3,1\text{s}$
B) La pulsation propre des oscillations serait divisée par 2 si la masse était multipliée par 2
C) La période propre des oscillations serait multipliée par 3 si la longueur du fil était multipliée par 9
D) La pulsation propre des oscillations serait multipliée par 2 si la vitesse initiale était multipliée par 2
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 14 : A propos des oscillateurs (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) La pulsation d'un oscillateur harmonique peut varier avec l'amplitude des oscillations
B) L'énergie d'un oscillateur amorti n'est pas conservée dans le temps sauf si le système est soumis à un forçage périodique
C) Le phénomène de résonance d'un oscillateur amorti et entretenu est toujours possible si le facteur de qualité de cet oscillateur est positif
D) Le mouvement apériodique de deux pendules harmoniques couplés par un ressort peut toujours se décomposer comme la superposition de mouvements périodiques
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 15 : On considère un condensateur à vide de capacité 30nF fonctionnant sous une tension de 200V . Que vaut l'énergie emmagasinée ?

- A) 12 mJ B) $30 \cdot 10^{-7}\text{ J}$ C) $6 \cdot 10^{-4}\text{ J}$ D) $0,6\text{ mJ}$ E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 16 : A propos de la résistivité des conducteurs

- A) Elle est inversement proportionnelle à la température
B) Dans le cas d'un solide cristallin elle diminue avec la température
C) Dans le cas d'un électrolyte elle augmente avec la température
D) Elle est proportionnelle à la résistance
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 17 : On compare deux fils conducteurs A et B en cuivre de même longueur. Le fil A, plus fin que le fil B, est élevé à une température supérieure à celle du fil B

- A) La résistance du fil A est supérieure à celle du fil B
- B) La résistivité du fil B est inférieure à celle du fil A
- C) La conductivité du fil B est inférieure à celle du fil A
- D) Si on augmente suffisamment la longueur du fil B, on peut obtenir la même résistance que celle du fil A
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 18 : Sachant que la molécule HCl possède un moment dipolaire permanent égal à $p = 3,6 \cdot 10^{-30} \text{ C.m}$, quelle est la distance entre les barycentres de ses charges positives et négatives ? (On donne le numéro atomique du chlore : 17) (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) 3,9 pm B) 1,25 pm C) 2,12 pm D) 21,2 pm E) Aucune des ces réponses

QCM 19 : Soit un oscillateur harmonique et amorti de pulsation propre égale à 12 rad/s. L'amplitude des oscillations s'amortit avec un temps caractéristique de 20 s. Quel est le facteur de qualité de cet oscillateur ? (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) 6 B) 12 C) 60 D) 120 E) Aucune de ces réponses

QCM 20 : A propos des dipôles électriques

- A) Une charge qui s'éloigne d'un dipôle à la distance r voit son potentiel décroître en $1/r$
- B) Dans un champ électrique E , l'énergie potentielle d'un dipôle électrique aligné avec ce champ est nulle
- C) Dans un champ électrique E , un dipôle électrique placé perpendiculairement à ce champ possède une énergie potentielle minimale
- D) Un dipôle n'est soumis à aucune force
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM 21 : On considère la molécule de HCl dont les barycentres des charges positives et négatives sont séparés d'une distance de 0,2nm. Le moment dipolaire de la molécule vaut $8,4 \cdot 10^{-20} \text{ C.m}$

- A) L'excédent de charge porté par le barycentre des charges positives vaut $2,1 \cdot 10^{-10} \text{ C}$
- B) L'excédent de charge porté par le barycentre des charges positives vaut $4,2 \cdot 10^{-10} \text{ C}$
- C) Le moment dipolaire est dirigé de l'hydrogène (H^+) vers le chlore (Cl^-)
- D) Le moment dipolaire est dirigé du chlore (Cl^-) vers l'hydrogène (H^+)
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 22 : A propos des dipôles dans la matière

- A) La molécule de HCl possède un moment dipolaire permanent
- B) Un atome non polaire possède une distribution de charge symétrique autour du noyau
- C) La molécule de CH_4 , de coefficient de polarisabilité égal à $3 \cdot 10^{-40} \text{ cm}^3/\text{V}$ placée dans un champ électrique d'une valeur de 10^6 V.m , possède un moment dipolaire permanent égal à $3 \cdot 10^{-38} \text{ C.m}$
- D) Certaines molécules symétriques comme la molécule d'eau possèdent un moment dipolaire permanent
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 23 : Le moment dipolaire (de $2,12 \cdot 10^{-30} \text{ C.m}$) d'une molécule est orienté à 45° par rapport à la direction d'un champ électrique constant de 10^6 V.m^{-1} . Que vaut le moment de force M qui s'applique sur cette molécule ? On donne $2,12 = \frac{3}{\sqrt{2}}$

- A) $-1,5 \cdot 10^{-24} \text{ N.m}$ B) $1,5 \cdot 10^{-24} \text{ N.m}$ C) $-3 \cdot 10^{-24} \text{ N.m}$ D) $3 \cdot 10^{-24} \text{ N.m}$ E) Toutes les propositions sont fausses.

QCM 24 : Le moment dipolaire (de $4 \cdot 10^{-28} \text{ C.cm}$) d'une molécule est orientée à 60° par rapport à la direction d'un champ électrique constant de 10^6 V.m^{-1} . Que vaut l'énergie potentielle de ce dipole ? On donne $\sqrt{3} = 1,7$

- A) $2 \cdot 10^{-24} \text{ J}$ B) $-3,4 \cdot 10^{-24} \text{ J}$ C) $-3,4 \cdot 10^{-21} \text{ mJ}$ D) $-2 \cdot 10^{-24} \text{ J}$ E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 25 : On considère un condensateur dans le vide fonctionnant sous une tension de 100V dont la charge est de $40 \cdot 10^{-7}$. On écarte ses plaques de 80µm et on le remplit d'eau. Que vaut sa nouvelle capacité ?

- A) 40 nF B) 32 nF C) 3,2 µF D) 4,0 µF E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 26 : On considère un condensateur rempli d'un matériau diélectrique à déterminer, fonctionnant sous une tension de 100V. Sa capacité dans ces conditions est de 40µF et son énergie emmagasinée dans le vide est de 5 mJ. Quel est le matériau diélectrique contenu dans le condensateur ?

- A) De l'eau B) De l'éthanol ($\epsilon=40$) C) Du verre ($\epsilon=4$) D) Du whiskey ($\epsilon=5$) E) Toutes les propositions sont fausses.

QCM 27 : A propos du modèle de Drude

- A) Il permet de comprendre microscopiquement la proportionnalité entre la tension entre deux bornes et l'intensité du courant qui circule entre ces bornes
 B) Il considère l'interaction des électrons en mouvement les uns avec les autres
 C) En régime stationnaire, la vitesse de dérive des électrons est proportionnelle à la température.
 D) Le temps $\tau = \frac{mT}{k_B D}$ est le temps moyen entre deux collisions
 E) Toutes les propositions sont fausses

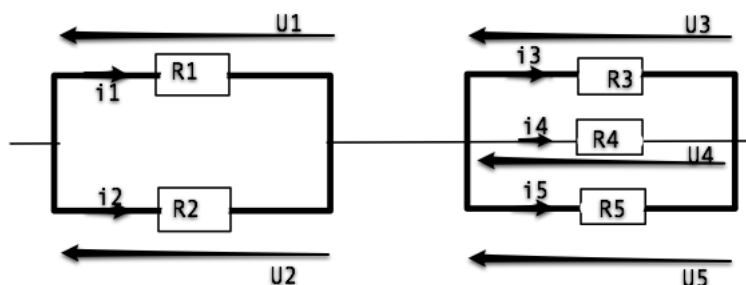
QCM 28 : On considère le modèle des électrons libres de Drude. Calculez la vitesse stationnaire (en mm.s^{-1}) de ces électrons dans un conducteur traversé par un champ électromoteur de 18V, avec un coefficient de diffusion à 27°C égal à $2,78.10^{-6}$ SI. On donne : masse de l'électron = $9,1.10^{-31}$ kg ; Charge de l'électron : $1,6.10^{-19}$ C ; Constante de Boltzman : $1,38.10^{-23}$ J.K⁻¹

- A) $1,8.10^{-3}$ B) 20 C) 1,8 D) $3,6.10^{-3}$ E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 29 : Calculez la conductivité d'un conducteur dont la résistance est de 60Ω, et le rapport de la section sur la longueur de 5 (on donne $1/3 = 0,33$)

- A. $3,3 \text{ km}^{-1}.\Omega^{-1}$ B) $3,3 \text{ mm}^{-1}.\Omega^{-1}$ C) $\frac{1}{12} \text{ m}^{-1}.\Omega^{-1}$ D) $300 \Omega.\text{m}$ E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 30 : On considère le circuit électrique suivant, avec $U_1=U_3$



- A) $U_1/R_1 + U_2/R_2 = i_3 + i_4 + i_5$
 B) $U_1 = i_5 R_5$
 C) $U_1 + U_2 = 2U_3$
 D) $i_3/R_4 = i_4/R_3$
 E) $R_1 + R_2 = R_3 + R_4 + R_5$

QCM 31 : A propos des oscillateurs harmoniques

- A) Dans n'importe quelle condition, un pendule est un oscillateur harmonique
 B) L'équation de l'énergie totale d'un oscillateur harmonique peut se mettre sous la forme : $K = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + (\omega_0 x)^2$
 C) Plus les oscillations sont amples, moins leur pulsation est importante
 D) L'amplitude des oscillations est indépendante de l'énergie de l'oscillateur
 E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 32 : On considère un circuit LC comme étant un oscillateur harmonique. Sa période propre vaut 9,42s, l'inductance de la bobine vaut 9kH. Que vaut la quantité d'énergie emmagasinée par le condensateur sous une tension de 100V ?

- A) 250μJ B) 0,75J C) 1,25J D) 2,5J E) 3,25J

QCM 33 : On considère une masse au bout d'un ressort qui oscille dans un milieu visqueux. La pulsation propre de ce système est égale à 5 rad.s⁻¹. Lors des oscillations, l'amplitude est amortie par un facteur d'amortissement égal à 8 s⁻¹. On prendra $\pi \approx 3$

- A) La pulsation d'oscillation du système dans ces conditions vaut 5 rad.s⁻¹
 B) C'est seulement après 1 oscillation que nous pouvons observer un amortissement
 C) Le facteur de qualité vaut 0,625
 D) Il est possible de générer un phénomène de résonance si on génère une pulsation d'entraînement de 5 rad.s⁻¹
 E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 34 : La période des oscillations d'un pendule constitué d'une masse $m=50\text{g}$ accrochée à un fil de longueur l vaut 2s . On donne $g=10\text{ SI}$ et $\pi^2=10$. Quelle est la longueur du fil en cm?

- A) 10 B) 25 C) 50 D) 100 E) Toutes les propositions sont fausses

Correction : ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE, CONDUCTION ELECTRIQUE, OSCILLATEURS

2012 – 2013

QCM 1 : Réponses A, B

A) Vrai

B) Vrai

C) Faux : Les barycentres des charges ne coïncident pas dans les dipôles permanents

D) Faux : Plus courte portée

E) Faux

QCM 2 : Réponse E

$$p = 10^{-11} * 3 * 10^{19} = 3.10^8 \text{ C.m}$$

QCM 3 : Réponse CD

$$U(\theta) = -\vec{p} \cdot \vec{E} = -pE \cos \theta$$

QCM 4 : Réponse B

$$p = 2aq \text{ donc } 2a = \frac{p}{q} = 9,6.10^{-30} / 2.10^{-19} = 4,8.10^{-11} \text{ m} = 0,048 \text{ nm} = 48 \text{ pm}$$

QCM 5 : Réponse E

Déterminons le facteur d'amortissement γ à partir du temps d'amortissement $\tau = 1 \text{ s}$:

$$\tau = \frac{2}{\gamma} \text{ donc } \gamma = \frac{2}{\tau} = 2.$$

Déterminons la pulsation propre ω_0 à partir de la pulsation du système ω_1 et du facteur d'amortissement γ :

$$\omega_0^2 = \omega_1^2 + \left(\frac{\gamma}{2}\right)^2 = 9 + 1^2 = 10$$

Déterminons m à partir de ω_0 :

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \text{ d'où } m = \frac{k}{\omega_0^2} = 0,4 \text{ g} = 400 \text{ mg}$$

QCM 6 : Réponse C

$$R = \frac{k_B T}{N_0 e^2 D} * \frac{L}{S} = \rho * \frac{L}{S} = 3,14 * \frac{7.10^{-3}}{14.10^{-5}} = 3,14 * 0,5.10^2 = 3,14 * 50 = 157 \Omega$$

QCM 7 : Réponses A, D

$$p = 2aq \text{ avec } 2a = 70 \text{ pm} = 70.10^{-12} \text{ m et } q = 1,5.10^{-19} \text{ C.}$$

$$\text{On trouve } p = 70.10^{-12} * 1,5.10^{-19} = 105.10^{-31} = 1,05.10^{-29} \text{ C.m}$$

QCM 8 : Réponse B

$$C_2 = C_1 \times \epsilon$$

$$W_2 = W_1 / \epsilon$$

A) Faux : $C_1 = C_2 / \epsilon$

B) Vrai

C) Faux

D) Faux : L'énergie emmagasinée dans le premier condensateur est 5 fois supérieure à celle emmagasinée dans le deuxième condensateur. $W_1 = \epsilon W_2$

QCM 9 : Réponse C

$$P = UI = RI^2 = 80.10^{-3}$$

$$U = RI = 1,6 \text{ V}$$

$$\text{Or } R = U/I \text{ et } I = P/U$$

$$R = U^2 / P$$

$$R = \frac{16 \times 16.10^{-2}}{80.10^{-3}} = \frac{8 \times 2 \times 16.10^{-2}}{8 \times 5 \times 2.10^{-3}} = 32 \text{ Ohm}$$

QCM 10 : Réponse D

Dans les conditions d'équilibre statique, le système ressort-masse se comporte comme un pendule (le ressort étiré à l'équilibre n'est rien de plus qu'un fil), on utilise donc la formule de la pulsation propre : $w_0 = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{9}{12 \cdot 10^{-2}}} = \sqrt{\frac{3}{4}} 10^1 = 1,7/2 \cdot 10^1 = 8,5$

$$T = \frac{2\pi}{w_0} = \frac{2 \times 3,14}{8,5} = \frac{6,28}{8,5} = \frac{60}{85} = \frac{12}{17} = \frac{12}{18} = \frac{2}{3} = 0,66 \text{ s environ (en vrai = 0,74s)}$$

QCM 11 : Réponse C

A) Faux: $R = \frac{k_B T}{N_0 e^2 D} x \frac{L}{S}$

B) Faux: Inversement proportionnelle : $\rho = \frac{k_B T}{N_0 e^2 D}$

C) Vrai: $R = \frac{k_B T}{N_0 e^2 D} x \frac{L}{S} = \rho x \frac{L}{S} = \frac{1}{\sigma} x \frac{L}{S}$ donc $\sigma = \frac{L}{RS}$

D) Faux: La résistance R est proportionnelle à la longueur du conducteur

E) Faux

QCM 12 : Réponse B

A) Faux: Les interactions dipôle-dipôle sont à l'origine des forces de Van Der Waals

B) Vrai

C) Faux: Induit-induit= London

Permanent-permanent= Keesom

Induit-permanent= Debye

D) Faux

QCM 13 : Réponses A, C

A) Vrai: Dans le cas d'un pendule : $w_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$

$$w_0 = \sqrt{\frac{10}{2,5}} = \sqrt{4} = 2$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{w_0} = \pi = 3,14$$

B) Faux: m n'intervient pas dans la formule de la pulsation propre ni dans celle de la période propre (dans le cas du pendule, dans le cas d'un ressort oui : $w_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$)

C) Vrai : $w_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$. Si l est multipliée par 9, w_0 est divisé par $\sqrt{9} = 3$

Si w_0 (pulsation propre) est divisée par 3 alors T_0 (période propre) est multipliée par 3 (d'après $T_0 = \frac{2\pi}{w_0}$)

D) Faux: la vitesse n'intervient pas dans la formule de la pulsation propre, ni dans celle de la période propre

QCM 14 : Réponse D

A) Faux

B) Faux: Même lorsqu'un oscillateur amorti est entretenu son énergie n'est pas une constante du mouvement. Pour cela il faudrait que toutes les forces agissant sur l'oscillateur dérivent d'une énergie potentielle. Une force de frottement ne dérive jamais d'une énergie potentielle

C) Faux: Le facteur de qualité de l'oscillateur Q est toujours positif. Mais on a vu en cours que le phénomène de résonance avait lieu si $Q \gg 1$

D) Vrai: C'est le principe de décomposition des vibrations d'oscillateurs couplés en modes propres

E) Faux

QCM 15 : Réponses C, D

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} 30 \cdot 10^{-9} \cdot (200)^2 = \frac{1}{2} 30 \cdot 10^{-9} \cdot 4 \cdot 10^4 = 60 \cdot 10^{-5} \text{ J} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

QCM 16 : Réponse D

A) Faux: $\rho = \frac{k_B T}{N_0 e^2 D}$

B) Faux: Dans le cas d'un solide cristallin, D (le coefficient de diffusion) varie peu avec la température, p suit donc la variation de la température et augmente avec la température (=est proportionnel à la température)

Remarque : augmente avec (sous entendu : augmente quand l'autre variable augmente) = proportionnel, diminue avec (sous entendu : diminue quand l'autre variable augmente) = inversement proportionnel

C) Faux : Elle diminue avec la température. Dans le cas d'un électrolyte, le coefficient de diffusion varie beaucoup avec la température, ρ va alors suivre la variation de D . Si T augmente, D augmente et ρ diminue

D) Vrai : $R = \rho \times \frac{L}{S}$

$\rho = RS/L$

QCM 17 : Réponses A, B, D

$$R = \frac{k_B T}{N_0 e^2 D} \chi \frac{L}{S}$$

$S_A < S_B$ donc $1/S_A > 1/S_B$

$T_A > T_B$

A) Vrai

B) Vrai

C) Faux : si la résistivité de B est inférieure à la résistivité de A alors la conductivité de B est supérieure à la conductivité de A

D) Vrai

E) Faux

QCM 18 : Réponse B

$$2a = \frac{p}{q} = \frac{3,6 \cdot 10^{-30}}{(17+1) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{18 \cdot 2 \cdot 10^{-31}}{18 \cdot 16 \cdot 10^{-20}} = \frac{1}{8} \cdot 10^{-11} = 0,125 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 1,25 \text{ pm}$$

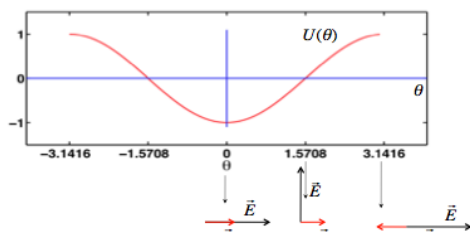
QCM 19 : Réponse D

$$\gamma = \frac{2}{\tau} = \frac{2}{20} = 0,1 \text{ s}^{-1} \text{ et } Q = \frac{\omega_0}{\gamma} = \frac{12}{0,1} = 120$$

QCM 20 : Réponse E

A) Faux : Une charge (en un point M) voit son potentiel électrique décroître en $1/r^2$ quand elle s'éloigne du dipôle électrique. Inversement, elle voit son potentiel électrique augmenter en $1/r^2$ quand elle se rapproche du dipôle électrique. Attention, quand une charge s'éloigne d'une autre charge, son potentiel électrique décroît en $1/r$

B) Faux : Si le dipôle est aligné avec le champ (1^{er} cas), $\theta = 180^\circ$ donc $U = -pE$. C'est la valeur minimale de l'énergie potentielle U du dipôle



$$U(\theta) = -\vec{p} \cdot \vec{E} = -pE \cos \theta$$

C) Faux : Si le dipôle est perpendiculaire au champ (2^e cas), $\theta = 90^\circ$ donc $\cos \theta = 0$ donc $U = 0$

D) Faux : Un dipôle est soumis à un couple de force qui tend à aligner le dipôle sur le champ électrique. La somme de ces forces est nulle (=la force totale)

E) Vrai

QCM 21 : Réponses B, D

A) Faux : $p = 2aq$ d'où $q = p/2a = 8,4 \cdot 10^{-20} / 0,2 \cdot 10^{-9} = 8,4 \cdot 10^{-20} / 2 \cdot 10^{-10} = 4,2 \cdot 10^{-10} \text{ C}$

B) Vrai : cf. item A

C) Faux : le moment dipolaire est toujours orienté de la charge négative à la charge positive

D) Vrai : cf. item C

E) Faux

QCM 22 : Réponses A, B, C, D

A) Vrai : Dans la molécule de HCl, le nuage électronique de H est légèrement déplacé vers Cl, les barycentres des charges + et - ne coïncident pas, la molécule est polaire

B) Vrai : cf. cours

C) Vrai : $p = \alpha E$, mais attention, $\alpha = 3 \cdot 10^{-40} \text{ cm}^2/\text{V} = 3 \cdot 10^{-44} \text{ m}^2/\text{V}$ et donc $p = 3 \cdot 10^{-44} \cdot 10^6 = 3 \cdot 10^{-38} \text{ C} \cdot \text{m}$

D) Vrai : En effet, l'eau possède un moment dipolaire non nul et est symétrique

E) Faux

QCM 23 : Réponse B

$$\vec{M} = \vec{p} \wedge \vec{E} \text{ d'où } M = pE \sin \theta. \sin 45^\circ = \sqrt{2}/2 \text{ donc } M = 2,12 \cdot 10^{-30} * 10^6 * \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{3}{\sqrt{2}} * \frac{\sqrt{2}}{2} * 10^{-24} = 1,5 \cdot 10^{-24} \text{ N.m}$$

Remarque que dans ce cas, le moment de force M est égal en valeur à l'énergie potentielle U (car $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ$)

- A) Faux B) Vrai C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 24 : Réponse D

$$U = -pE \cos \theta \text{ donc } U = -4 \cdot 10^{-30} * 10^6 * \frac{1}{2} (4 \cdot 10^{-28} \text{ C.cm} = 4 \cdot 10^{-30} \text{ C.m et } \cos 60^\circ = \cos(\pi/3) = 1/2)$$

Ainsi, $U = -2 \cdot 10^{-24} \text{ J}$

- A) Faux B) Faux C) Faux D) Vrai E) Faux

QCM 25 : Réponse C

Dans le vide :

$$Q = CV \text{ donc } C = Q/V = 40 \cdot 10^{-7}/100 = 40 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 40 \text{ nF}$$

Dans l'eau ($\epsilon_r = 80$) :

$$C' = 80 * 40 \text{ nF} = 32 \cdot 10^2 \text{ nF} = 3,2 \mu\text{F}$$

- A) Faux B) Faux C) Vrai D) Faux E) Faux

QCM 26 : Réponse B

On note C sa capacité dans le vide, C' sa capacité rempli de matériau x, et W son énergie emmagasinée dans le vide.

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = 5 \text{ mJ} \text{ donc } C = 2W/V^2 = 2 * 5 \cdot 10^{-3}/10^4 = 10^{-2}/10^4 = 10^{-6} \text{ F} \text{ Or, } C' = 40 \cdot 10^{-6} \text{ F et comme } C' = C\epsilon_r,$$

$$\epsilon_r = C'/C = 40 \cdot 10^{-6}/10^{-6} = 40 \text{ (Rappel : Constante diélectrique=permittivité relative}=\epsilon_r)$$

- A) Faux B) Vrai C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 27 : Réponse A

A) Vrai : Le modèle des électrons libres de Drude permet de démontrer microscopiquement la loi d'Ohm

B) Faux : On considère les électrons indépendants les uns par rapport aux autres

C) Faux : $v = \frac{eED}{k_B T}$ donc la vitesse est inversement proportionnelle à la température (en Kelvin)

D) Faux : Le temps $\tau = \frac{mD}{k_B T}$ est le temps moyen entre deux collisions

E) Faux

QCM 28 : Réponse C

$$T = 273 + 27 = 300 \text{ K} \text{ donc } v_0 = \frac{eED}{k_B T} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} * 18 * 2,78 \cdot 10^{-6}}{1,38 \cdot 10^{-23} * 300} = \frac{1,5 \cdot 10^{-19} * 18 * 3 \cdot 10^{-6}}{1,5 \cdot 10^{-23} * 300} = \frac{27 * 3 \cdot 10^{-25}}{450 \cdot 10^{-23}} = \frac{9 * 3 * 3 \cdot 10^{-25}}{9 * 5 \cdot 10^{-22}}$$

$$\text{Ainsi, } v_0 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1} = 1,8 \text{ mm.s}^{-1}$$

- A) Faux B) Faux C) Vrai D) Faux E) Faux

QCM 29 : Réponse A

$$S/L = 5 \text{ donc } L/S = 0,2. \text{ On a } R = \frac{k_B T}{N_0 e^2 D} * \frac{L}{S} = \rho \frac{L}{S} = \frac{1}{\sigma} * \frac{L}{S} \text{ d'où } \sigma = \frac{L}{SR} = 0,2 * \frac{1}{60} = \frac{2}{10} * \frac{1}{60} = \frac{2}{6 \cdot 10^2} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Ainsi, } \sigma = 0,33 \cdot 10^{-2} \text{ m}^{-1} \Omega^{-1} = 3,3 \text{ km}^{-1} \cdot \Omega^{-1}$$

- A) Vrai B) Faux C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 30 : Réponses A, B, C, D

D'après la loi des nœuds (conservation du courant) : $I = I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$

D'après la loi des mailles (conservation de l'énergie cinétique) : $U = U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = U_5$

Et d'après la loi d'Ohm $U = RI$

A) Vrai : $U_1/R_1 = I_1$ et $U_2/R_2 = I_2$, donc $\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} = I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$

B) Vrai : $I_5 R_5 = U_5 = U_1$

C) Vrai : $U_1 + U_2 = U_3 + U_3 = 2U_3$

D) Vrai : $U_3 = U_4$ donc $R_3 I_3 = R_4 I_4$ et $I_3/R_4 = I_4/R_3$

E) Faux : $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$

QCM 31 : Réponse B

A) Faux : Un pendule est considéré comme un oscillateur harmonique seulement lorsqu'il est près de l'équilibre, c'est à dire lorsque les angles formés avec la verticale sont petits. Vous pouvez l'apprendre tel quel ou alors vous servir de la formule : $E = \frac{1}{2} m \left(l \frac{d\theta}{dt} \right)^2 + mgl(1 - \cos \theta)$

Où $l \frac{d\theta}{dt} = v$ la vitesse et donc $\frac{1}{2} m \left(l \frac{d\theta}{dt} \right)^2 = E_c$

Et $mgl(1 - \cos \theta) = E_p$ car $l(1 - \cos \theta) = h$ (relation trigonométrique)

Si θ est petit, $1 - \cos \theta = \theta^2/2$ (relation trigo de terminale S)

Donc la formule de l'énergie totale devient : $K = \frac{1}{2} m \left(l \frac{d\theta}{dt} \right)^2 + mgl\theta^2/2$,

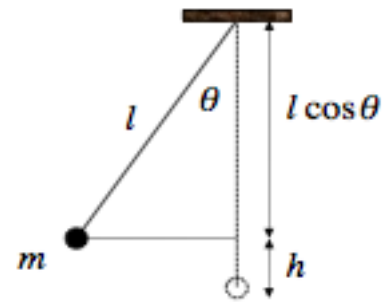
et le pendule devient un oscillateur harmonique

B) Vrai : par définition d'un oscillateur harmonique

C) Faux : L'amplitude des oscillations et la pulsation sont indépendantes

D) Faux : Plus l'énergie de système augmente, plus l'amplitude des oscillations est importante. L'énergie du système fixe l'amplitude des oscillations

E) Faux

**QCM 32 : Réponse C**

$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$ et $\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3\pi} = \frac{2}{3}$. On a donc $\frac{1}{LC} = \omega_0^2 = \frac{4}{9}$ et $LC = \frac{9}{4}$. $C = \frac{9}{4L} = \frac{9}{4 \times 9 \cdot 10^3} = 0,25 \cdot 10^{-3} = 250 \mu F$

Enfin, $W = \frac{1}{2} CV^2 = 125 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4 = 1,25 J$

A) Faux

B) Faux

C) Vrai

D) Faux

E) Faux

QCM 33 : Réponse C

$\omega_0 = 4$, facteur amortissement $\gamma = 8 s^{-1}$

A) Faux : $\omega_1^2 = \omega_0^2 - \left(\frac{\gamma}{2}\right)^2 = 25 - \left(\frac{8}{2}\right)^2 = 25 - 16 = 9 \text{ rad} \cdot s^{-1}$ et donc $\omega_1 = 3 \text{ rad} \cdot s^{-1}$

$5 \text{ rad} \cdot s^{-1}$ correspond à la pulsation propre du système, c'est à dire sans amortissement

B) Faux : Nombre d'oscillations avant amortissement total = $\frac{\tau}{T_1}$

$\tau = \frac{2}{\gamma}$ et $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}$, donc $\frac{\tau}{T_1} = \frac{2}{\gamma} \times \frac{\omega_1}{2\pi} \approx \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{8} = 0,125$

On va donc avoir un amortissement dès la première oscillation

C) Vrai : $Q = \frac{\omega_0}{\gamma} = \frac{5}{8} = 0,625$

D) Faux : Pour avoir un phénomène de résonance il faut que le facteur de qualité Q soit supérieur à 1

E) Faux

QCM 34 : Réponse D

$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$ donc $\omega_0^2 = \frac{g}{l}$ et $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$ d'où $l = \frac{g}{\omega_0^2} = \frac{g \times T_0^2}{4\pi^2} = \frac{10 \times 4}{4 \times 10} = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Vrai

E) Faux

3. NOTIONS DE PHYSIQUE QUANTIQUE

2012 – 2013 (Pr. Sepulchre)

QCM 1 : A propos des états quantiques dans un puits de potentiel carré infini

- A) Leurs énergies sont proportionnelles aux carrés des nombres entiers
- B) Leurs énergies sont inversement proportionnelles aux carrés des nombres entiers
- C) La longueur d'onde de de Broglie des fonctions d'onde augmente quand leur énergie diminue
- D) Les niveaux d'énergie sont d'autant plus resserrés que la largeur du puits est petite
- E) Les propositions A, B, C, D sont fausses

QCM 2 : Concernant l'effet photo-électrique

- A) Si on inverse le sens du potentiel émis, alors les électrons éjectés par la photocathode seront accélérés
- B) L'énergie cinétique des électrons est toujours inférieure à l'énergie du rayonnement de photons émis dans le dispositif expérimental
- C) Si on continue à augmenter la tension dans le dispositif expérimental, alors l'intensité augmentera sans limite
- D) L'énergie cinétique des électrons arrachés dans l'expérience dépend de l'intensité du courant
- E) Les propositions A, B, C, D sont fausses

QCM 3 : Calculez, au plus près, l'énergie cinétique en J d'une balle de 50 g confinée dans une boîte ayant une longueur de 10cm

- A) 10^{-61} J B) 10^{-63} J C) 10^{-64} J D) 10^{-65} J E) 10^{-66} J

QCM 4 : Quels rayonnements le corps humain émet-il à température ambiante (température corporelle : 37°C) ?

- A) Un rayonnement d'intensité maximale de longueur d'onde environ égal à 10^3 nm
- B) Un rayonnement ultraviolet
- C) Un rayonnement électromagnétique de spectre continu
- D) Principalement des rayonnements non visibles
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 5 : Concernant l'effet photo-électrique

- A) Les rayonnements ultraviolets arrachent les électrons des métaux
- B) Lorsque l'intensité lumineuse émise augmente, l'énergie cinétique des électrons arrachés augmente
- C) Lors de l'arrachement d'un électron dans l'effet photo-électrique, plus le travail d'extraction sera grand, plus l'énergie cinétique de l'électron sera grande
- D) Concernant la cellule photo-électrique, la cathode est destinée à récolter les électrons
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 6 : Soit une lampe de 200 W émettant de la lumière jaune (environ 600 nm), combien de photons sont émis par seconde ?

- A) 6×10^{29} B) 6×10^{20} C) 6×10^{33} D) 6×10^{44} E) 6×10^{-29}

QCM 7 : Quel est approximativement le rayon de l'atome d'hydrogène dans son 3ème niveau excité ?

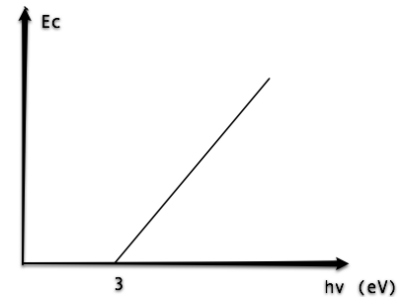
- A) 5×10^{-10} cm B) 85 nm C) 50 nm D) 0.5 nm E) 0.85 nm

QCM 8 : A quoi correspond approximativement le nombre d'onde correspondant pour une balle de tennis allant à 30 m/s ? On considèrera que la balle de tennis a une masse de 66 g

- A) 1.9×10^{-38} m B) 2.56×10^{-48} rad.m⁻¹ C) 1.9×10^{34} rad.m⁻¹ D) 5000 ondes E) 1.9×10^{-10} ondes

QCM 9 : Lors d'un effet photo-électrique, on mesure l'énergie cinétique en fonction de l'énergie de l'onde incidente (cf graphique ci-contre). Quelle est la valeur de la contre-tension mesurée pour une énergie de l'onde incidente de 6eV ?

- A) 3 V
- B) -9 V
- C) -3V
- D) -3 eV
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte



QCM 10 : La fréquence du maximum d'émission du rayonnement électromagnétique d'une étoile, considérée comme un corps noir, est de 10^3 MHz. Que vaut environ sa température ?

- A) 1000 K
- B) 2000 K
- C) 3000K
- D) 10 000 K
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 11 : Une lampe de 300W émet 10^{21} photons par seconde. Quelle est la couleur de la lumière émise par cette lampe ? (On donne $h=7.10^{-34}$ J.s)

- A) Lumière bleue de longueur d'onde 400nm
- B) Lumière bleue de longueur d'onde 700nm
- C) Lumière rouge de longueur d'onde 400nm
- D) Lumière rouge de longueur d'onde 700nm
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 12 : La température de l'étoile Betelgeuse est de 3000K. En considérant cette étoile comme un corps noir, que vaut la longueur d'onde du rayonnement dont l'intensité est maximale ?

- A) 100 μ m
- B) 10 μ m
- C) 1 μ m
- D) 1nm
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 13 : A propos de l'effet photo-électrique

- A) Les électrons sont arrachés de l'anode par des rayonnements ultraviolets
- B) L'énergie cinétique des électrons arrachés augmente linéairement avec l'énergie du rayonnement incident à partir d'une fréquence seuil
- C) Cette fréquence seuil dépend du métal de la photo-cathode
- D) Le nombre d'électrons arrachés augmente avec la puissance du rayonnement incident
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 14 : A propos des fondements historiques de la physique quantique (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) La règle de quantification de Bohr (le moment angulaire est un multiple de $h/2\pi$) appliquée au modèle de Rutherford (électron gravitant autour du proton) permet de retrouver les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène, $E_n = E_1/n^2$ ($n = 1, 2, \dots$)
- B) Les raies d'émission dans l'UV de l'atome H, appelées raies de Lyman, correspondent à certaines fréquences égales à $(E_n - E_m)/h$
- C) La relation de de Broglie, $\lambda = h/p$, est un élément essentiel dans l'interprétation de l'effet photoélectrique
- D) Dans l'effet photoélectrique le courant de saturation est une mesure de l'énergie cinétique des électrons arrachés à la photocathode
- E) Toutes les propositions A-D sont fausses

QCM 15 : On considère un électron initialement au repos et accéléré sous une différence de potentiel de

100 V. On donne : $\hbar/\sqrt{2me} \approx 1,93.10^{-9}$ S.I., $\sqrt{2me}/\hbar \approx 0,52.10^9$ S.I., $h/\sqrt{2me} \approx 1.23.10^{-9}$ S.I.,

$\sqrt{2me}/h \approx 0,81.10^9$ S.I. On demande la longueur d'onde de de Broglie de l'électron accéléré (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) 0,123 nm
- B) 0,81 nm
- C) 0,218 nm
- D) 0,46 nm
- E) Aucune des ces réponses

QCM 16 : Un électron est confiné dans un puits plat infiniment profond de largeur $L = 0,2 \text{ nm}$

- A) L'énergie de l'électron est quantifiée du fait de son confinement, et prend les valeurs $E_n = n^2 \frac{h^2}{8mL^2}$ avec n un nombre entier
- B) Une longueur d'onde possible pour l'électron dans ce puits peut être $\lambda = 0,4 \text{ nm}$
- C) Lorsque l'électron est au fondamental, la probabilité qu'il se situe au centre du puits est plus grande que la probabilité qu'il se situe sur les côtés
- D) Lorsque l'électron est dans le premier état excité, la probabilité qu'il se trouve sur les côtés du puits est plus grande que la probabilité qu'il se situe au centre
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

Correction : NOTIONS DE PHYSIQUE QUANTIQUE**2012 – 2013****QCM 1 : Réponses A, C**

- A) Vrai
 B) Faux
 C) Vrai
 D) Faux : les niveaux d'énergie seront petits si la largeur du puits est GRANDE

QCM 2 : Réponse B

- A) Faux : ils seront ralentis
 B) Vrai
 C) Faux : il y a une limite à laquelle l'intensité n'augmentera plus, on appelle cela le courant de saturation
 D) Faux : La formule pour connaître l'énergie cinétique des électrons arrachés est : $E_c = h\nu - W$ (Or l'intensité du courant n'y intervient pas)

QCM 3 : Réponse D

Formule : $p = (h/2\pi)/X = 10 \times 6.6 \times 10^{-34} / 6.28 = \text{environ } 10^{-33}$ $E_c = p^2/2m = 10^{-66}/0.1 = 10^{-65} \text{ J}$

QCM 4 : Réponses C, D

QCM qui peut paraître facile mais très piégeux. Il fallait aussi faire attention aux types d'ondes par rapport à leur longueur d'onde que vous voyez en Physique quantique, mais aussi en biophysique. Attention aux calculs, il est préférable de poser tous les calculs sur votre brouillon donné le jour du concours, même s'ils ont l'air simple.

- A) Faux : Soit apprendre bêtement le cours qui dit que c'est de 10 μm , soit faire le calcul :

$$\lambda_{MAX} T = 0.29 \text{ cm.K}$$

Ici : $\lambda = 0.29 \times 10^{-2} / 300$ (Parce que le corps humain est chauffé à une température ambiante, soit 25° à peu près)

On s'aide avec des puissances de 10 pour faciliter le calcul : $\lambda = 2.9 \times 10^{-3} / 3 \times 10^2 = 10^{-5} \text{ m} = \mathbf{10 \mu m}$

- B) Faux : 10 μm c'est au dessus de 800nm et inférieur à 1mm, donc ce n'est pas du visible, ni une onde radio, mais une onde **infrarouge**

- C) Vrai

- D) Vrai : Le maximum d'intensité correspond à une longueur d'onde de 10 μm , qui ne correspond pas à un rayonnement visible (rappel : la lumière visible regroupe les longueurs d'onde de 400 à 780 nm)

QCM 5 : Réponse A

- A) Vrai
 B) Faux : Notion importante : lorsque l'intensité lumineuse augmente, c'est le nombre d'électrons qui augmente.
 C) Faux
 D) Faux : L'anode est chargée + et la photocathode est chargée -. Donc les électrons vont vers l'anode.
 E) Faux

QCM 6 : Réponse B

Formule du cours :
$$n = \frac{P\lambda}{hc}$$

n : nombre de photons par seconde

P : puissance de la lampe

λ : longueur d'onde du rayonnement

h : constante = $6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

c : vitesse de la lumière : $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

QCM 7 : Réponse E

Formule du cours : $r = a_0 n^2$

r : rayon de l'atome

a_0 : constante = $0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$

n : niveau d'énergie

NB : n = 1 à l'état fondamental

n = 2 au premier niveau excité

$n = 3$ au deuxième niveau excité

Ici le 3e niveau excité correspond à $n = 4$

QCM 8 : Réponse C

Formule 1 : $\lambda = h/mv$

Formule 2 : Nombre d'onde $k = 2\pi/\lambda$

$$\text{Calcul : } \lambda = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{6.6 \times 10^{-2} \times 30} = 3.3 \times 10^{-34}$$

$$k = 6.28/\lambda = 1.9 \times 10^{34} \text{ rad/m}$$

QCM 9 : Réponse A

Le travail d'extraction vaut : $W = h\nu_0 = 3 \text{ eV}$

L'énergie cinétique des électrons arrachés vaut donc $E_c = h\nu - W = 6 - 3 = 3 \text{ eV}$

La contre-tension vaut alors $V_0 = 3 \text{ V}$

QCM 10 : Réponse E

D'après la loi de Wien : $\lambda_{\text{max}} T = 0,3 \text{ cm.K} = 3.10^{-3} \text{ m.K}$

Et nous savons que $\lambda = c/\nu$

$$T = \frac{3.10^{-3}}{\lambda} = \frac{3.10^{-3} \times \nu}{c} = \frac{3.10^{-3} \times 10^3 \times 10^6}{3.10^8} = 10^{-2} \text{ K}$$

QCM 11 : Réponse D

Soit le nombre de photons émis par seconde N :

$$N = \frac{P \text{ (Watt)}}{E \text{ (Joule)}} = \frac{P \text{ (Watt)}}{\frac{h \times c}{\lambda}} = \frac{P \text{ (Watt)} \times \lambda}{h c}$$

$$\lambda = \frac{N \cdot h \cdot c}{P \text{ (Watt)}} = \frac{10^{21} \times 7.10^{-34} \times 3.10^8}{300} = \frac{10^{21} \times 7.10^{-34} \times 3.10^8}{3.10^2} = 7.10^{-7} \text{ m} = 700 \text{ nm}$$

QCM 12 : Réponse C

$$\lambda_{\text{max}} T = 0,3 \text{ cm.K} = 3.10^{-3} \text{ m.K} \text{ donc } \lambda_{\text{max}} = \frac{3.10^{-3}}{3.10^3} = 10^{-6} = 1 \mu\text{m}$$

QCM 13 : Réponses B, C, D

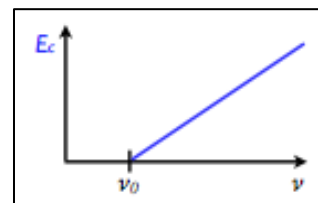
A) Faux : les électrons sont arrachés de la photo-cathode et sont récupérés par l'anode

B) Vrai

C) Vrai : la fréquence seuil dépend de l'énergie de liaison des électrons du métal qui vont être arrachés, c'est à dire les électrons de la photo-cathode.

D) Vrai : le nombre d'électrons arrachés (courant) augmente avec la puissance P du rayonnement incident

E) Faux



QCM 14 : Réponses A, B

A) Vrai : cf. cours

B) Vrai : item OVNI mais juste

C) Faux : La longueur d'onde de de Broglie n'a aucun intérêt dans l'effet photoélectrique, c'est l'élément clé de la dualité onde-corpuscule pour les particules de matière

D) Faux : C'est la contre-tension maximale $|V_0|$ qui est la mesure de l'énergie cinétique des électrons arrachés

E) Faux

QCM 15 : Réponse A

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2meV}} = \frac{h}{\sqrt{2me}} * \frac{1}{\sqrt{V}} = 1,23.10^{-9} * \frac{1}{\sqrt{100}} = 1,23.10^{-10} \text{ m} = 0,123 \text{ nm}$$

QCM 16 : Réponses A, B, C, D

A) Vrai : C'est une conséquence de l'équation de Schrödinger

B) Vrai : On a la relation $L = \frac{n\lambda}{2}$ d'où $\lambda = \frac{2L}{n}$. Si on prend $n = 1$, on aura
 $\lambda = 2L = 2 * 0,2 = 0,4 \text{ nm}$

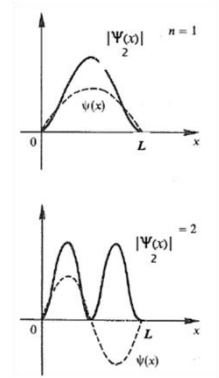
C) Vrai : Dans le mode fondamental ($n = 1$), la fonction d'onde de l'électron

$\psi(x) = C \sin \frac{n\pi x}{L} = C \sin \frac{\pi x}{L}$ prend la forme d'un « demi-motif » de sinusoïde. La probabilité de présence de l'électron en un point donné étant égale à $P = |\psi(x)|^2 dx$, on en déduit que la probabilité de présence est maximale au centre du puits et moindre sur les côtés

D) Vrai : Dans le premier état excité, la fonction d'onde de l'électron $\psi(x) = C \sin \frac{n\pi x}{L}$ c'est-à-dire

$\psi(x) = C \sin \frac{2\pi x}{L}$ prend la forme d'un « motif complet » de sinusoïde. La probabilité de présence de l'électron en un point donné étant égale à $P = |\psi(x)|^2 dx$, on en déduit que la probabilité de présence est réduite au centre du puits et plus importante sur les côtés

E) Faux



4. DOMAINE DE L'OPTIQUE, FONDEMENTS DE L'OPTIQUE GEOMETRIQUE, DIOPTRIS ET LENTILLES, ŒIL ET VISION, SYSTEMES OPTIQUES SIMPLES

2012 – 2013 (Pr. Sepulchre)

QCM 1 : A propos de la lumière

- A) Dans le vide, sa célérité vaut 3.10^5 km.s^{-1}
- B) La vitesse à laquelle elle se propage augmente avec l'indice optique
- C) Dans un verre flint d'indice 2, elle se propage à $1,5.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- D) Dans un même milieu, la célérité d'une onde lumineuse bleue est supérieure à celle d'une onde lumineuse rouge
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 2 : Le poisson-archer a comme particularité de tirer depuis la surface un jet d'eau sur ses proies se situant à l'air libre. Ses yeux restent dans l'eau et sa bouche affleure à la surface. Soit θ_j l'angle de tir du jet d'eau par rapport à la surface. On rappelle les indices optiques suivants : Air 1 ; Eau 1,33

- A) D'après le principe de Fermat les rayons lumineux provenant de la proie seront déviés à la surface de l'eau de façon à réduire la distance absolue parcourue dans ce milieu
- B) D'après les lois de Snell-Descartes, l'angle entre les rayons lumineux parvenant à l'œil du poisson et la verticale est supérieur à l'angle d'incidence des rayons lumineux provenant de la proie
- C) Si le poisson se fie à ce qu'il voit, il risque de manquer sa cible en tirant avec un θ_j trop faible
- D) Pour corriger la réfraction due au passage de la lumière de l'air à l'eau, le poisson doit viser plus « bas » qu'il ne voit sa cible (il doit réduire θ_j)
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte



QCM 3 : Quelle est en dioptries la vergence d'un dioptre sphérique convexe en diamant d'indice $n=2,5$ et dont le rayon vaut 5 cm ?

- A) -30
- B) +0,3
- C) +30
- D) -0,3
- E) -50

QCM 4 : Quelles sont les combinaisons existantes ?

- A) Lentille convergente : objet réel / image réelle
- B) Lentille convergente : objet virtuel / $\gamma < 0$
- C) Lentille divergente : objet virtuel / image droite
- D) Lentille divergente : objet réel / image virtuelle
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 5 : Un patient se présente à une consultation ophtalmologique pour des troubles de la vision lointaine. Il peut voir net à l'infini mais doit pour cela accommoder. Son punctum proximum est situé à $-p_p = 0,4 \text{ m}$ et son amplitude d'accommodation est de $\Delta D_{\text{cristallin}} = 4 \delta$

- A) Cette personne est atteinte de presbytie
- B) Le port de lentilles sphéro-cylindriques lui est conseillé
- C) Le port de verres convergents de vergence $+1,5 \delta$ lui est conseillé
- D) En portant ses verres correcteurs, son punctum remotum se situe à 67 cm environ
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 6 : On considère un microscope d'intervalle optique $\Delta = 15 \text{ cm}$ et dont l'objectif a une distance focale de $f' = 5 \text{ cm}$. A quelle distance (approximative) devant l'objectif doit se situer l'objet à agrandir afin que l'oculaire en renvoie une image agrandie à l'infini ? Donnée : $1/15 \approx 0,067$

- A) 0 cm
- B) 1 cm
- C) 5 cm
- D) 6,7 cm
- E) 13,3 cm

QCM 7 : A propos de la lumière

- A) La loi de Cauchy relie l'indice optique et la longueur d'onde par la relation $n(\lambda) = a + b\lambda^2$
- B) L'indice optique d'un milieu diélectrique non magnétique est toujours inférieur ou égal à 1
- C) Dans un milieu donné, l'indice optique dépend de la fréquence de l'onde électromagnétique
- D) Dans un milieu donné, la vitesse d'une onde infrarouge est supérieure à celle d'une onde ultraviolette
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 8 : A propos des fondements de l'optique géométrique

- A) Le principe de Fermat stipule que la trajectoire de la lumière est telle que le chemin optique soit le plus petit possible
- B) Le principe de Fermat stipule que la trajectoire de la lumière est telle que la distance parcourue par la lumière soit la plus petite possible
- C) Le principe de Fermat permet de déduire les lois de la réflexion spéculaire et de la réfraction
- D) Une réflexion totale peut être observée lors du passage de l'air à l'eau (rappel : $n(\text{eau})=1,33$)
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 9 : Soit un dioptré sphérique séparant à la face d'entrée du verre (indice optique : $n=1,7$) et à la face de sortie de l'air. On note son rayon de courbure algébrique $\overline{SC} = -10 \text{ cm}$

- A) Ce dioptré est concave et convergent
- B) Ce dioptré est concave et divergent
- C) Ce dioptré est convexe et convergent
- D) Ce dioptré est convexe et divergent
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 10 : Une personne a son punctum proximum à $p_P = -0,5 \text{ cm}$ et une amplitude d'accommodation de $\Delta D_{\text{cristallin}} = 2 \delta$

- A) Son punctum remotum est à l'infini
- B) Cette personne est hypermétrope
- C) Cette personne devrait porter des verres divergents de vergence $\delta_v = -2\delta$
- D) Avec le port de verres adaptés, le punctum remotum de cette personne se situe à $-p_R = 50 \text{ cm}$
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 11 : Concernant les bases de l'optique géométrique (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) La loi de Snell-Descartes relie l'angle réfracté à l'angle incident pour une onde lumineuse qui passe d'un milieu d'indice n_1 à n_2 . Elle peut s'écrire : $\sin \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1$
- B) La loi de Snell-Descartes peut se déduire du principe de Fermat qui peut s'énoncer comme suit : un rayon lumineux minimise la distance parcourue entre 2 points
- C) Si $n_1 = n_2$ la loi de Snell-Descartes implique que l'on a nécessairement $\theta_2 = \theta_1$
- D) Sachant l'indice du verre est 1.5 et celui de l'eau est 1.33 il peut y avoir un phénomène de réflexion totale lorsqu'un rayon lumineux passe du verre à l'eau
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 12 : Concernant les lois de Snell-Descartes

- A) Elles ont pour principale application le principe de Fermat
- B) L'angle incident est l'angle entre le rayon lumineux incident avec la surface de séparation entre les deux milieux
- C) D'après la loi de la réflexion spéculaire, $\theta_{\text{réfléchi}} = n_1 \sin \theta_{\text{incident}}$
- D) D'après la loi de la réfraction $n_1 \sin \theta_2 = n_2 \sin \theta_1$
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 13 : Un baigneur ayant la tête hors de l'eau fixe un point de la surface en faisant un angle θ avec la verticale. Pour quelles valeurs de θ obtient-il un effet miroir ? (Rappel : $n_{\text{eau}} = 1,33$)

- A) 25°
- B) 45°
- C) 50°
- D) 75°
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM 14 : Quelques définitions !

- A) Par convention les rayons lumineux d'un système optique se déplacent de la face de sortie à la face d'entrée
- B) Un objet réel se situe à droite de la face d'entrée
- C) Une image virtuelle se situe à gauche de la face de sortie
- D) En condition de Gauss, on peut considérer que tout petit objet AB plan et perpendiculaire à l'axe optique a pour image A'B' plane et perpendiculaire à l'axe optique : c'est l'aplanétisme
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 15 : On considère un système optique formé d'une boule en verre. Les rayons lumineux y entrent puis en sortent. On rappelle l'indice optique du verre : $n=1,5$

- A) Le premier dioptré sphérique traversé (air-verre) est convexe et convergent
- B) Le premier dioptré sphérique traversé (air-verre) est concave et convergent
- C) Le second dioptré sphérique traversé (verre-air) est concave et convergent
- D) Le second dioptré sphérique traversé (verre-air) est concave et divergent
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 16 : A propos des lentilles minces

- A) Le foyer objet des lentilles convergentes est à gauche de leur centre optique
- B) Le foyer objet des lentilles divergentes est à droite de leur centre optique
- C) Un objet réel pour une lentille convergente est à gauche du centre optique
- D) Un objet réel pour une lentille divergente est à droite du centre optique
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 17 : Concernant l'œil

- A) La lumière traverse uniquement deux milieux transparents avant d'atteindre la rétine : la cornée et le cristallin
- B) L'essentiel de la réfraction se fait à l'interface entre l'air et la cornée
- C) Le P_R est le point de l'axe optique le plus éloigné de l'œil qui donne une image nette sur la rétine d'un œil au repos
- D) Dans des conditions d'emmétropie, $p_R = -p_P$
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 18 : Un individu a un punctum remotum situé à une distance $-p_R = 20 \text{ cm}$ et possède une amplitude d'accommodation de 4δ

- A) Cet individu est atteint de myopie
- B) Son punctum proximum est situé à une distance $-p_P \approx 11 \text{ cm}$
- C) Il devrait porter des verres convergents de vergence $+5 \delta$
- D) En portant ses verres correcteurs, son punctum proximum est situé à $p_P = 1 \text{ m}$
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 19 : On observe une fourmi avec une loupe. L'insecte est situé à 5 cm devant la lentille, et l'image est renvoyée à l'infini. Quel est le grossissement de cette loupe ?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5
- E) 20

QCM 20 : On considère l'image d'un objet virtuel par une lentille divergente

- A) Elle est toujours virtuelle
- B) Elle n'est jamais réelle
- C) Elle est droite si l'objet est situé entre la lentille et le foyer objet
- D) Elle peut être plus éloignée de la lentille que l'objet
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 21 : A propos de l'image d'un objet virtuel par une lentille convergente (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) Cette image est réelle
- B) Cette image est droite
- C) La taille de l'image est toujours plus petite que celle de l'objet
- D) Si l'objet est dans le plan focal image, la distance image est égale à $f'/2$
- E) Les propositions A-D ci-dessus sont toutes fausses

QCM 22 : Supposons que la vision d'une personne soit caractérisée par un défaut de vergence de -15 et une amplitude d'accommodation de $\Delta D = 4\delta$ (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) Cette personne est myope
- B) Cette personne peut voir net à l'infini en faisant un effort d'accommodation
- C) Son *Punctum Proximum* est à $1/3$ m devant la cornée de son œil
- D) Cette personne aurait besoin de lentilles divergentes pour améliorer sa vision rapprochée
- E) Les propositions A-D sont fausses

QCM 23 : Soit une gouttelette d'eau sphérique dont le rayon vaut 1mm. Un rayon lumineux passe de l'air à l'eau. En considérant la surface de la gouttelette comme un dioptré sphérique, quelle est approximativement en dioptries la vergence de ce dioptré ? Rappel : $n_{eau} = 1,33$

- A) -330
- B) -0,66
- C) -0,33
- D) 330
- E) 660

QCM 24 : Soit un milieu transparent dont l'indice optique vaut 2 pour une radiation jaune

- A) La vitesse d'une onde lumineuse jaune dans un tel milieu est deux fois moindre que dans le vide
- B) La vitesse d'une onde lumineuse rouge est plus élevée dans ce milieu que celle d'une onde bleue
- C) D'après la loi de Cauchy, l'indice optique du milieu varie selon la fréquence du rayonnement électromagnétique considéré selon la relation $n(\nu) = a + \frac{b}{\nu^2}$
- D) La permittivité relative d'un tel milieu pour une radiation jaune vaut $\epsilon_r = \sqrt{2}$
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 25 : A propos des fondements de l'optique géométrique

- A) Le principe de Fermat fait que la lumière se propage de façon à minimiser le chemin optique L_{AB} qui représente en fait la distance parcourue corrigée par l'indice optique des milieux traversés
- B) D'après les lois de Snell-Descartes, $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$
- C) Si $\theta_1 = 30^\circ$ et $\theta_2 = 60^\circ$, alors $n_1 = \sqrt{3} n_2$
- D) En considérant un rayon lumineux passant de l'air (indice n_{air}) au verre (indice n_{verre}), la valeur maximale de l'angle de réfraction qui peut être atteinte est de $\theta_L = \arcsin \frac{n_{air}}{n_{verre}}$
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 26 : On considère un œil emmétrope dont la distance entre le sommet de la cornée et la rétine vaut $d = 25$ mm. Que vaut en dioptries la vergence maximale de cet œil, c-à-d lorsque la distance objet est au punctum proximum ? On utilisera le modèle de l'œil réduit de Listing, et on prendra pour valeur de l'indice optique de l'œil la valeur $n_{oeil} = 1,5$

- A) 4
- B) 56
- C) 60
- D) 64
- E) 100

QCM 27 : Soit l'image d'un objet réel par une lentille mince

- A) Si la lentille utilisée est divergente, alors l'image est droite dans tous les cas
- B) Si la lentille utilisée est divergente et que la distance objet vaut la distance focale image f' , alors l'image est virtuelle et la distance image vaut $f'/2$
- C) Si la lentille utilisée est convergente, l'image peut être renversée
- D) Si la lentille utilisée est convergente et que la distance objet vaut la distance focale objet f , alors l'image est réelle et la distance image vaut $-2f$
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 28 : On considère un ménisque en verre à bords minces, dont un schéma est représenté ci-contre

- A) Cette lentille est divergente
- B) Le dioptré le plus à gauche est convexe et convergent
- C) Le dioptré le plus à droite est concave et convergent
- D) On peut affirmer que la valeur absolue de la vergence du dioptré de gauche est supérieure à celle de la vergence du dioptré de droite
- E) Toutes les propositions sont fausses



QCM 29 : Un patient de 40 ans se présente en consultation ophtalmologique pour des troubles de la vision rapprochée. Après quelques examens l'ophtalmologiste s'aperçoit que ce patient peut voir net à l'infini sans accommoder mais qu'en accommodant au maximum, il ne peut plus voir net à une distance inférieure à 50 cm

- A) Le punctum remotum de ce patient est à 50 cm du sommet de son œil
- B) Ce patient présente une amplitude d'accommodation de 2δ
- C) Pour corriger son défaut visuel (la presbytie), il faut fournir des verres convergents de 2δ
- D) Le punctum remotum du patient avec des verres correcteurs adaptés est à l'infini
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 30 : Lors d'une visite médicale dans le cadre scolaire, l'infirmière scolaire se rend compte qu'une élève de CE2 a des troubles de la vision éloignée. En effet, celle-ci ne peut voir net les objets situés à plus de 1 m de son œil gauche. En revanche, elle arrive à lire des textes situés à seulement 10 cm de son œil gauche. Que peut-on dire sur cette situation ?

- A) Cette jeune élève est atteinte d'hypermétropie
- B) L'amplitude d'accommodation de son œil gauche est de 4δ
- C) Pour corriger son défaut visuel, il faut fournir des verres divergents de -1δ
- D) En portant des lunettes adaptées, sa vision rapprochée sera moins bonne et elle ne pourra voir net qu'à partir de 25 cm devant son œil
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 31 : S'amusant comme un petit fou devant son DM de physique, un étudiant en PACES a une idée pour se détendre un peu : il calcule le punctum remotum et le punctum proximum de son œil droit. Il s'aperçoit qu'il ne peut pas voir net à l'infini sauf s'il accommode mais n'arrive pas à trouver son punctum remotum. De plus, son punctum proximum semble se situer à environ 50 cm de son œil

- A) Cet étudiant ferait bien de prendre dare-dare un rendez-vous chez un ophtalmologiste car il est myope
- B) Il n'arrive pas à déterminer son punctum remotum car celui-ci n'est situé devant mais derrière son œil
- C) En considérant que son amplitude d'accommodation est de 4δ , la vergence des verres correcteurs à lui fournir serait de -2δ
- D) Si un de ses camarades emmétrope lui chipe ses lunettes (le vilain garnement), celui-ci aura la désagréable surprise de ne plus pouvoir voir nets que les objets situés à 50 cm de son œil quelle que soit son accommodation
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 32 : Considérons une vitre en verre (rappel : $n_{\text{verre}} = 1,5$) dans de l'air

- A) Si l'on s'intéresse au premier dioptre plan (air \rightarrow verre), si l'objet est réel alors l'image sera réelle et agrandie par rapport à l'objet
- B) Si l'on s'intéresse au second dioptre plan (verre \rightarrow air), si l'objet est virtuel alors l'image sera virtuelle et réduite par rapport à l'objet
- C) Par rapport au premier dioptre plan (air \rightarrow verre), l'angle de réfraction maximal que l'on peut atteindre vaut $\theta_L = \arcsin \frac{1}{1,5}$
- D) On ne pourra jamais obtenir d'effet miroir par réflexion totale avec cette vitre si l'on place une source lumineuse dans l'air avant la vitre
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 33 : Le retour de l'étudiant en PACES curieux ! Cette fois-ci, il plonge dans sa baignoire et décide de contempler la surface de l'eau savonneuse par en-dessous. Pour quels angles par rapport à la surface observe-t-il un effet miroir sachant que l'indice optique de l'eau savonneuse vaut 1,4 ? Aide au calcul : $\arcsin 0,67 \approx 42,1^\circ$

- A) 25°
- B) 35°
- C) 50°
- D) 60°
- E) 100°

QCM 34 : L'œil gauche de Juu' a un punctum proximum à 10 cm et un punctum remotum à 1 m devant la cornée

- A) Juu' est myope
- B) Son amplitude d'accommodation est de 9 dioptries
- C) Elle devrait porter des verres correcteurs convergents de vergence 1 dioptrie
- D) Avec des verres correcteurs adaptés, le punctum proximum de Juu' est à 25 cm
- E) Toutes les propositions sont fausses

Correction : DOMAINE DE L'OPTIQUE, FONDEMENTS DE L'OPTIQUE GEOMETRIQUE, DIOPTRIS ET LENTILLES, ŒIL ET VISION, SYSTEMES OPTIQUES SIMPLES

2012 – 2013

QCM 1 : Réponses A, C

A) Vrai : La célérité de la lumière dans le vide vaut $c = 3.10^8 m.s^{-1} = 3.10^5 km.s^{-1}$

B) Faux : $v = \frac{c}{n}$ donc la vitesse de la lumière varie en sens inverse de l'indice optique

C) Vrai : $v = \frac{3.10^8}{n} = \frac{3.10^8}{2} = 1,5.10^8 m.s^{-1}$

D) Faux : $\lambda_{rouge} > \lambda_{bleu}$ donc $n_{rouge} < n_{bleu}$ d'après la loi de Cauchy et comme $v = \frac{c}{n}$ on obtient $v_{rouge} > v_{bleu}$

E) Faux

QCM 2 : Réponses A, D

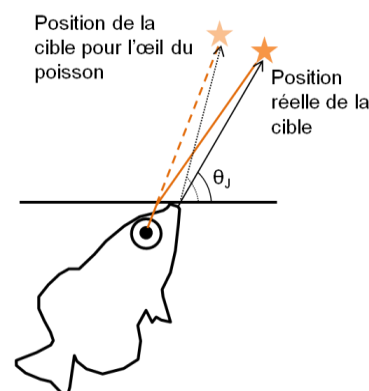
A) Vrai : L'indice optique de l'eau est plus élevé que celui de l'air, la lumière se propage donc moins vite dans l'eau et sera donc déviée pour réduire la distance absolue parcourue dans ce milieu : c'est une application du principe de Fermat

B) Faux : L'eau est un milieu plus réfringent que l'air ($1,33 > 1$), donc l'angle entre les rayons lumineux parvenant à l'œil du poisson et la verticale est inférieur à l'angle d'incidence des rayons provenant de la proie

C) Faux : Compte tenu de la réfraction, le poisson voit sa cible plus « haute » qu'elle ne l'est en réalité. Le poisson aura donc tendance à tirer avec un θ_j trop grand pour atteindre sa cible

D) Vrai : Pour corriger l'effet décrit pour l'item précédent, le poisson devra réduire θ_j pour viser plus « bas » que ses yeux ne l'indiquaient au départ

E) Faux



QCM 3 : Réponse C

Attention, il faut convertir le rayon en m... $D = \frac{n_{diamant} - n_{air}}{SC} = \frac{2,5 - 1}{0,05} = 1,5 * 20 = 30 \delta$

A) Faux

B) Faux

C) Vrai

D) Faux

E) Faux

QCM 4 : Réponses A, C, D

A) Vrai

B) Faux : Dans le cas d'un objet virtuel avec une lentille convergente, l'image est droite, ce qui signifie $\gamma > 0$

C) Vrai

D) Vrai

E) Faux

QCM 5 : Réponse C

A) Faux : Le punctum remotum est à l'infini seulement en accommodant, et $\Delta D_{cristallin} = 4 \delta$ donc le patient est atteint d'hypermétropie

B) Faux : Ce type de lentilles convient en cas d'astigmatisme uniquement

C) Vrai : On calcule le défaut de vergence avec la formule : $\Delta D_{cristallin} + \delta_v = -\frac{1}{p_p}$

Ce qui donne $\delta_v = \frac{1}{-p_p} - \Delta D_{cristallin} = \frac{1}{0,4} - 4 = 2,5 - 4 = -1,5 \delta$

Le patient devrait donc porter des verres convergents de vergence $-\delta_v = 1,5 \delta$

D) Faux : Les verres correcteurs permettent précisément de rétablir un P_R à l'infini en annulant le défaut de vergence !

E) Faux

QCM 6 : Réponse D

Ce QCM nécessite d'avoir très bien compris le fonctionnement du microscope et de se souvenir de la formule sur les lentilles...

Pour que l'oculaire renvoie une image à l'infini, il faut que l'image provisoire obtenue se forme dans le plan focal objet de l'oculaire. Ce qui signifie que la distance entre l'objectif et l'image provisoire vaut : $p' = f' + \Delta = 0,2 m$

(On rappelle que $f' = O_1F'_1$, $\Delta = F'_1F_2$ et qu'on cherche $p' = O_1F_2 = O_1F'_1 + F'_1F_2$)

On a également la relation $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}$ et donc $-\frac{1}{p} = \frac{1}{0,05} - \frac{1}{0,2} = 20 - 5 = 15 \text{ m}^{-1}$ d'où $p = -\frac{1}{15} \approx -0,67 \text{ m} = -6,7 \text{ cm}$

- A) Faux B) Faux C) Faux D) Vrai E) Faux

QCM 7 : Réponses C, D

A) Faux : La loi de Cauchy s'écrit $n(\lambda) = a + \frac{b}{\lambda^2}$

B) Faux : Il suffit de prendre un exemple comme l'eau (indice optique : $n=1,33$). Comme $n = \frac{c}{v}$ et que la vitesse de la lumière dans le vide est maximale par rapport aux autres milieux, $n > 1$

C) Vrai : C'est une phrase du cours

D) Vrai : $\lambda_{IR} > \lambda_{UV}$ donc d'après la loi de Cauchy $n_{IR} < n_{UV}$ et comme $n = \frac{c}{v}$ on a $v_{IR} > v_{UV}$

E) Faux

QCM 8 : Réponses A, C

A) Vrai : C'est l'énoncé du principe de Fermat

B) Faux : Le chemin optique est une notion de distance pondérée par la vitesse de propagation dans le milieu. Le principe de Fermat vise à réduire non pas la distance réelle parcourue mais plutôt le temps de parcours

C) Vrai : Tiré du cours

D) Faux : Il s'agit du passage d'un milieu moins réfringent à un milieu plus réfringent, on ne peut donc pas avoir de réflexion totale

E) Faux

QCM 9 : Réponse A

$\overline{SC} < 0$ donc le dioptre est concave.

Ici la différence des indices optiques vaut $n_{air} - n_{verre} = 1 - 1,5 = -0,5$

La vergence du dioptre vaut donc $D = \frac{n_{air} - n_{verre}}{\overline{SC}} = \frac{-0,5}{-0,1} = 5 \delta$. $D > 0$ donc le dioptre est convergent.

- A) Vrai B) Faux C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 10 : Réponses A, D

A) Vrai : $\Delta D_{cristallin} = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P}$ d'où $\frac{1}{p_R} = \Delta D_{cristallin} + \frac{1}{p_P} = 2 + \frac{1}{-0,5} = 0 \delta$ et ainsi $p_R = -\infty$

B) Faux : Le punctum remotum est normal et l'amplitude d'accommodation est diminuée, donc cette personne est atteinte de presbytie

C) Faux : Il « manque » 2δ pour atteindre la normale du potentiel d'accommodation égale à 4δ . Cette personne devrait donc porter des verres convergents de vergence $\delta_v = +2 \delta$

D) Vrai : Si on fournit les bons verres, on a $-p_R = \frac{1}{\delta_v} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$

E) Faux

QCM 11 : Réponses A, D

A) Vrai

B) Faux : cf. cours pour un énoncé du principe de Fermat

C) Faux : Il y a aussi la solution $\theta_2 = \pi - \theta_1$, correspondant à la loi de la réflexion spéculaire.

D) Vrai : On passe d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent

E) Faux

QCM 12 : Réponse E

A) Faux : Les lois de Snell-Descartes découlent du principe de Fermat et non l'inverse

B) Faux : L'angle incident est l'angle entre le rayon incident et la normale à la surface de séparation entre les deux milieux

C) Faux : La loi de la réflexion spéculaire s'écrit $\theta_{réfléchi} = \theta_{incident}$

D) Faux : La loi de la réfraction s'écrit $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

E) Vrai

QCM 13 : Réponse E

Il faut bien repérer qu'ici le baigneur a la tête HORS de l'eau. Le rayon incident qui peut éventuellement être réfléchi se situe donc HORS de l'eau. D'après la loi de la réflexion spéculaire, le rayon incident éventuellement réfléchi et perçu par le baigneur dont le regard fait un angle θ avec la verticale arrive avec un angle θ par rapport à la verticale.

D'après les lois de Snell-Descartes, l'angle réfracté sera inférieur à θ puisque l'eau est un milieu plus réfringent que l'air... Donc il n'est pas possible d'obtenir un cas de réfraction limite, et encore moins d'effet miroir dans cette situation !

- A) Faux B) Faux C) Faux D) Faux E) Vrai

QCM 14 : Réponses C, D

- A) Faux : Logique à vrai dire...
 B) Faux : Un objet réel se situe à GAUCHE de la face d'entrée
 C) Vrai
 D) Vrai
 E) Faux

QCM 15 : Réponses A, C

- A) Vrai
 B) Faux : Le premier dioptré sphérique traversé est CONVEXE (le sommet est dirigé vers la face d'entrée) et CONVERGENT ($SC > 0$ et $n_{dioptré} > n_{air}$)
 C) Vrai
 D) Faux : Le deuxième dioptré sphérique traversé est CONCAVE (le sommet est dirigé vers la face de sortie) et CONVERGENT ($SC < 0$ et $n_{air} < n_{dioptré}$)
 E) Faux

QCM 16 : Réponses A, B, C

- A) Vrai
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : La notion d'objet/image réel(le)/virtuel(le) est indépendante de la nature de la lentille. Un objet réel sera toujours situé à gauche du centre optique.
 E) Faux

QCM 17 : Réponses B, C

- A) Faux : La lumière traverse 4 milieux transparents avant d'atteindre la rétine : la cornée, l'HUMEUR AQUEUSE, le cristallin et l'HUMEUR VITRÉE (vous reverrez ça au second semestre en anatomie 😊)
 B) Vrai
 C) Vrai
 D) Faux : C'est du grand n'importe quoi ! La seule relation liant p_R et p_P est : $\Delta D_{cristallin} = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P}$, on est donc loin du compte...
 E) Faux

QCM 18 : Réponses A, B

- A) Vrai : Le punctum remotum est à une distance finie devant l'œil, ce qui est caractéristique d'une myopie
 B) Vrai : $\Delta D_{cristallin} = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P}$ d'où $-\frac{1}{p_P} = \Delta D_{cristallin} - \frac{1}{p_R} = 4 + \frac{1}{0,2} = 9$ et donc $-p_P \approx 11 \text{ cm}$
 C) Faux : $\delta_v = -\frac{1}{p_R} = \frac{1}{0,2} = 5 \delta$, donc il doit porter des verres divergents de vergence $-\delta_v = -5 \delta$
 D) Faux : Avec les verres correcteurs, le punctum remotum est à l'infini, donc on a $\Delta D_{cristallin} = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P} = -\frac{1}{p_P}$ d'où $\frac{1}{p_P} = -\Delta D_{cristallin} = -4 \delta$ et ainsi $p_P = -0,25 \text{ m}$
 E) Faux

QCM 19 : Réponse D

L'image de la fourmi est renvoyée à l'infini donc l'insecte est placé dans le plan focal objet de la loupe. On en déduit que la distance focale objet de la loupe vaut $f = -5 \text{ cm}$ et comme pour une lentille mince $f' = -f$,

on a $f' = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$. Le grossissement de la loupe vaut donc $G = \frac{|p_P|}{f'} = \frac{0,25}{0,05} = 5$

- A) Faux B) Faux C) Faux D) Vrai E) Faux

QCM 20 : Réponses C, D

- A) Faux : Elle est réelle si l'objet est virtuel entre O et F
 B) Faux : C'est le même item que précédemment formulé de manière différente

C) Vrai : cf. tableau récapitulatif

D) Vrai : L'image est agrandie si la distance objet est comprise entre 0 et $2f$

E) Faux

QCM 21 : Réponses A, B, C, D

A) B) C) cf. cours et construction

D) Vrai : Loi du dioptrique sphérique appliquée à une lentille : $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$. Ici on a $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$ et $\frac{1}{p'} = \frac{2}{f}$, d'où $p' = \frac{f}{2}$

QCM 22 : Réponses B, C

A) Faux : $\delta_v < 0$, donc hypermétropie

B) Vrai : Caractéristique d'un hypermétrope

C) Vrai : $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P}$ d'où $-\frac{1}{p_P} = \Delta D - \frac{1}{p_R} = \Delta D + \delta_v = 4 - 1 = 3\delta$ et $-p_P = \frac{1}{3}m$

D) Faux : De lentilles convergentes (de $+1\delta$)

E) Faux

QCM 23 : Réponse D

Le rayon lumineux passe de l'air à l'eau, donc la vergence du dioptrique sphérique obtenu vaut :

$$D = \frac{n_{\text{eau}} - n_{\text{air}}}{SC} = \frac{1,33 - 1}{10^{-3}} = 0,33 \cdot 10^3 \delta = 330 \delta$$

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Vrai

E) Faux

QCM 24 : Réponses A, B

A) Vrai : En effet, dans un tel milieu la vitesse d'une radiation jaune vaut $V = \frac{c}{n} = \frac{c}{2}$

B) Vrai : On a $\lambda_{\text{rouge}} > \lambda_{\text{bleu}}$. D'après la loi de Cauchy, $n_{\text{rouge}} < n_{\text{bleu}}$ et donc comme $V = \frac{c}{n}$, $V_{\text{rouge}} > V_{\text{bleu}}$

C) Faux : Cette relation est valable pour la longueur d'onde et non pour la fréquence (rappel : $\lambda = \frac{c}{\nu}$)

D) Faux : L'indice optique vaut $n = \sqrt{\epsilon_r}$ d'où $\epsilon_r = n^2 = 4$

E) Faux

QCM 25 : Réponses A, C, D

A) Vrai : Le chemin optique s'exprime pour un milieu $L = nAB$

B) Faux : D'après les lois de Snell-Descartes, $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ d'où $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$

C) Vrai : D'après la relation trouvée à l'item B, $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{2} \div \frac{1}{2} = \sqrt{3}$ d'où $n_1 = \sqrt{3}$

D) Vrai : D'après les lois de Snell-Descartes, $n_{\text{air}} \sin \theta_i = n_{\text{verre}} \sin \theta_r$. Au maximum, $\theta_i = 90^\circ$ d'où

$n_{\text{air}} = n_{\text{verre}} \sin \theta_{\text{max}}$ et $\sin \theta_{\text{max}} = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{verre}}}$. Ainsi, l'angle réfracté ne peut excéder la valeur de l'angle limite $\theta_L = \arcsin \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{verre}}}$

E) Faux

QCM 26 : Réponse D

D'après la loi du dioptrique sphérique, $D = \frac{n_{\text{oeil}}}{d} - \frac{1}{p_P} = \frac{1,5}{0,25 \cdot 10^{-1}} + \frac{1}{0,25} = 60 + 4 = 64 \delta$

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Vrai

E) Faux

QCM 27 : Réponses A, B, C

A) Vrai : cf. cours

B) Vrai : D'après la loi du dioptrique sphérique appliquée à une lentille mince, on a : $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$. Si $p = f'$, $\frac{1}{p'} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{f'}$ et donc $\frac{1}{p'} = \frac{2}{f'}$ ce qui donne $p' = f'/2$. Comme $f' < 0$ (lentille divergente), l'image est virtuelle

C) Vrai : Cela est vrai uniquement dans le cas où l'objet est situé avant le foyer objet

D) Faux : En reprenant la relation du B, $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f}$. Si $p = f$, $\frac{1}{p'} - \frac{1}{f} = \frac{1}{f}$ d'où $\frac{1}{p'} = \frac{1}{f} + \frac{1}{f}$. Or, $f = -f'$, d'où $\frac{1}{p'} = 0$ et $p' = \infty$. L'image est donc renvoyée à l'infini

E) Faux

QCM 28 : Réponses B, D

A) Faux : Il s'agit d'une lentille à bords minces, elle est donc convergente

B) Vrai : Le verre est plus réfringent que l'air ($n_{\text{verre}} - n_{\text{air}} > 0$), et le rayon de courbure du dioptr est positif (dioptr convexe), donc la vergence du dioptr est positive : le dioptr est convexe et convergent

C) Faux : L'air est moins réfringent que le verre ($n_{\text{air}} - n_{\text{verre}} < 0$), et le rayon de courbure du dioptr est positif (dioptr convexe), donc la vergence du dioptr est négative : le dioptr est convexe et divergent

D) Vrai : La lentille est globalement convergente. Or, elle est constituée d'un dioptr convergent (vergence D_1) et d'un dioptr divergent (vergence D_2). Pour avoir une vergence globalement positive, il faut que $D_1 + D_2 > 0$ et donc que $D_1 > -D_2$ et on peut alors écrire $|D_1| > |D_2|$

E) Faux

QCM 29 : Réponses B, C

A) Faux : Le punctum remotum de ce patient est à l'infini, c'est son punctum proximum qui se situe à 50 cm de son œil

B) Vrai : On a $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P} = 0 - \frac{1}{0,5} = -2 \delta$

C) Vrai : Pour obtenir à nouveau un punctum proximum normal, il faut « ajouter » 2δ , d'où des verres convergents de 2δ

D) Faux : En portant ses verres correcteurs, le patient se crée un défaut de vergence $\delta_v = 2 \delta = -\frac{1}{p_R}$ ce qui fait que $-p_R = 0,5 \text{ m}$: le punctum remotum de ce patient est à 0 cm devant son œil

E) Faux

QCM 30 : Réponse C

A) Faux : Le punctum remotum de la fillette est rapproché ($-p_R = 1 \text{ m}$) et son punctum proximum est plus proche de son œil ($-p_P = 0,1 \text{ m}$), donc elle est myope

B) Faux : On a $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P} = \frac{1}{-1} - \frac{1}{0,1} = -1 + 10 = 9 \delta$

C) Vrai : Le défaut de vergence vaut $\delta_v = -\frac{1}{-1} = 1 \delta$. Pour rétablir un punctum remotum à l'infini, il faut fournir des verres divergents de vergence $-\delta_v = -1 \delta$

D) Faux : En portant ses verres correcteurs, le punctum remotum est à l'infini, et donc $\Delta D = -\frac{1}{p_P}$

d'où $-p_P = \frac{1}{9} \approx 0,11 \text{ m} = 11 \text{ cm}$

E) Faux

QCM 31 : Réponse B

A) Faux : Le punctum proximum est plus éloigné de son œil que la normale ($-p_P = 0,5 \text{ m}$), et il peu voir net à l'infini en accommodant donc il est hypermétrope

B) Vrai : Un hypermétrope a un punctum remotum situé derrière son œil, on a alors $p_R > 0$ (ce qui explique qu'il puisse voir net à l'infini en accommodant)

C) Faux : On a $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P}$ d'où $\delta_v = -\frac{1}{p_R} = -\frac{1}{p_P} - \Delta D = \frac{1}{0,5} - 4 = 2 - 4 = -2 \delta$. Il faut donc fournir des verres convergents de vergence $-\delta_v = +2 \delta$

D) Faux : En portant les verres correcteurs, on a $-\frac{1}{p_R} = \delta'_v = -\delta_v$ d'où $-p_R = \frac{1}{-\delta_v} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$. De plus, $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P}$ ce qui fait que $-\frac{1}{p_P} = \Delta D - \frac{1}{p_R} = \Delta D - \delta_v = 4 + 2 = 6 \delta$ et donc $-p_P = \frac{1}{6} \approx 0,17 \text{ m}$. Donc cet étudiant chapardeur peut voir net entre 17 et 50 cm

E) Faux

QCM 32 : Réponse C, D

A) Faux : D'après la loi du dioptr sphérique, $\frac{n_{\text{verre}}}{p'} - \frac{n_{\text{air}}}{p} = D = \frac{n_{\text{verre}} - n_{\text{air}}}{SC}$. On est face à un dioptr plan, donc $SC = \infty$ d'où $D = 0 \delta$ et $\frac{n_{\text{verre}}}{p'} = \frac{n_{\text{air}}}{p}$. On a ainsi $p' = \frac{n_{\text{verre}}}{n_{\text{air}}} p$. Comme $\frac{n_{\text{verre}}}{n_{\text{air}}} > 0$, on peut en déduire que p' est du même signe que p , donc si l'objet est réel, l'image est virtuelle. De plus, $\gamma = \frac{p'}{p} = \frac{n_{\text{verre}}}{n_{\text{air}}} = 1,5 > 1$ donc l'image est agrandie par rapport à l'objet

B) Faux : D'après la formule trouvée au A, $\frac{n_{\text{air}}}{p'} = \frac{n_{\text{verre}}}{p}$ d'où $p' = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{verre}}} p$. Comme $\frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{verre}}} > 0$, on peut en déduire que p' est du même signe que p , donc si l'objet est virtuel, l'image est réelle. De plus, $\gamma = \frac{p'}{p} = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{verre}}} = \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3} < 1$ donc l'image est réduite par rapport à l'objet

C) Vrai : D'après les lois de Snell-Descartes, $n_{\text{air}} \sin \theta_i = n_{\text{verre}} \sin \theta_r$. Au maximum, $\theta_i = 90^\circ$ d'où $n_{\text{air}} = n_{\text{verre}} \sin \theta_{\text{max}}$ et $\sin \theta_{\text{max}} = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{verre}}}$. Ainsi, l'angle réfracté ne peut excéder la valeur de l'angle limite $\theta_L = \arcsin \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{verre}}} = \arcsin \frac{1}{1,5}$

D) Vrai : Au maximum, l'angle réfracté au niveau premier dioptre air \rightarrow verre vaut $\theta_L = \arcsin \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{verre}}}$. Or, cet angle est également l'angle incident maximal pour le deuxième dioptre. On se trouve donc dans le cas de la réfraction limite. Ceci signifie qu'on en pourra jamais avoir de réflexion totale et donc d'effet miroir, puisque l'angle réfracté du premier dioptre = l'angle incident du deuxième dioptre ne pourra jamais dépasser θ_L ...

E) Faux

QCM 33 : Réponses A, B

Pour obtenir un effet miroir, il faut que l'angle d'incidence soit supérieur ou égal à $\theta_L = \arcsin \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{eau savonneuse}}}$. On sait que $n_{\text{eau}} < n_{\text{eau savonneuse}} < n_{\text{verre}}$. On en déduit donc que de réfraction limite de l'eau savonneuse est compris entre celui de l'eau (49°) et celui du verre (42° , on peut le déduire en prenant en compte le fait que

$\theta_{L\text{verre}} = \arcsin \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{verre}}} = \arcsin \frac{1}{1,5} = \arcsin \frac{2}{3} \approx \arcsin 0,67 \approx 42,1^\circ$). Ceci correspond à des angles par rapport à la surface compris entre 41° et 48° . Ainsi, on trouve que l'on a une réflexion totale pour des angles par rapport à la surface inférieurs à θ_L qui possède une valeur entre 41° et 48° .

A) Vrai B) Vrai C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 34 : Réponses A, B

A) Vrai : On calcule le défaut de vergence de Juu' : $\delta_v = -\frac{1}{p_R} = -\frac{1}{-1} = 1\delta$. $\delta_v > 0\delta$, donc Juu' est myope (comme une taupe, surtout qu'en plus elle est astigmatique... Mais c'est une autre histoire !)

B) Vrai : On applique la formule : $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P} = \frac{1}{-1} - \frac{1}{0,1} = -1 + 10 = 9\delta$. L'amplitude d'accommodation est donc bien de 9δ

C) Faux : Pour "neutraliser" le défaut de vergence de Juu', on va utiliser des verres correcteurs dont la vergence vaut $-\delta_v = -1\delta$, ce qui correspond à des verres divergents

D) Faux : En effet, une fois qu'on a "neutralisé" le défaut de vergence, on a un punctum remotum à l'infini, et du coup $\frac{1}{p_R} = 0\delta$. L'amplitude d'accommodation n'est pas modifiée. On se retrouve alors avec $\Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P} = -\frac{1}{p_P}$ et par

conséquent $-p_P = \frac{1}{\Delta D} = \frac{1}{9} \text{ m} \approx 0,11 \text{ m} = 11 \text{ cm}$

E) Faux

5. INTERFERENCES, DIFFRACTION, POUVOIR DE RESOLUTION OPTIQUE

2012 – 2013 (Pr. Sepulchre)

QCM 1 : A propos des phénomènes de l'optique ondulatoire

- A) Ils interviennent lorsque les longueurs caractéristiques des systèmes étudiés sont très supérieures aux longueurs d'onde de la lumière
- B) Les principaux sont les interférences et la réfraction
- C) Des interférences destructives sont observées pour un décalage de $\frac{5\lambda}{2}$ entre les deux ondes
- D) Les interférences et la diffraction peuvent être observées simultanément, notamment dans l'expérience des fentes d'Young
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 2 : On utilise un dispositif de fentes d'Young avec une source lumineuse monochromatique de longueur d'onde 500 nm. Les fentes sont larges de 0,5 μm et espacées de 1 μm .

- A) On observe un résultat complexe au niveau de l'intensité lumineuse reçue, avec une enveloppe due aux interférences et des variations rapides dues à la diffraction
- B) On peut considérer que les deux fentes sont des sources d'onde synchrones
- C) L'écart angulaire entre deux franges claires est de 0,5 rad
- D) Dans les directions $\sin \theta_k = \frac{1}{2}k + \frac{1}{4}$ avec k un entier relatif, on observe des minima d'intensité
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 3 : A propos des interférences dans les lames minces

- A) Elles sont dues à un retard de chemin optique entre la lumière réfléchie par le premier dioptre et celle réfléchie par le second, qui a donc traversé deux fois la lame
- B) En incidence normale, si la différence de chemin optique entre les deux ondes réfléchies vaut $\frac{\lambda}{2}$, les ondes réfléchies s'annihilent par interférences destructives
- C) En incidence normale, si l'épaisseur de la lame vaut $e = \frac{\lambda}{4n}$ avec n l'indice optique de la lame, la quantité de lumière réfléchie est maximale
- D) En incidence normale, si l'épaisseur de la lame vaut $e = \frac{\delta}{2n}$ avec n l'indice optique de la lame et δ la différence de chemin optique entre les deux ondes réfléchies, la quantité de lumière réfléchie est minimale
- E) Aucune de ces réponses n'est correcte

QCM 4 : On éclaire un cheveu de diamètre 56 μm avec un laser. La tache centrale obtenue est large de 10 cm. Sachant que l'écran se situe à 5 m du cheveu, déterminer la longueur d'onde du laser utilisé

- A) 1,120 μm
- B) $5,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- C) $1,12 \cdot 10^2 \text{ nm}$
- D) 560 nm
- E) $5,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

QCM 5 : Soit un réseau optique de 4mm de largeur. Il est éclairé par une source lumineuse comportant des radiations de longueurs d'ondes respectives 480 et 480,6 nm

- A) La variation relative de longueur d'onde entre les deux radiations est de $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{800}$
- B) On ne peut pas calculer avec ces seules informations le nombre de fentes nécessaires pour résoudre les deux pics d'intensité dans l'ordre n correspondant aux longueurs d'onde 480 nm et 480,6 nm
- C) Le nombre minimal de fentes pour résoudre les deux pics d'intensité dans l'ordre 2 correspondant aux longueurs d'onde 480 nm et 480,6 nm du réseau vaut 400
- D) Le nombre minimal de fentes pour résoudre les deux pics d'intensité dans l'ordre 1 correspondant aux longueurs d'onde 480 nm et 480,6 nm du réseau vaut 800
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 6 : A propos du pouvoir de résolution des instruments optiques

- A) Le phénomène de diffraction fait qu'il est impossible d'obtenir un stigmatisme strict : l'image d'une source ponctuelle est une tache d'Airy
- B) D'après le critère de Rayleigh, deux objets A et B sont résolus si la position du maximum d'intensité de l'image B' tombe au niveau du maximum d'intensité de l'image A'
- C) Le pouvoir séparateur d'un instrument optique est proportionnel à l'ouverture r de l'instrument optique
- D) L'écart minimum entre deux objets ponctuels permettant encore de les distinguer est d'autant plus petit que l'ouverture r de l'instrument optique est petite
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 7 : On considère deux sources lumineuses monochromatiques synchrones en phase émettant une radiation de longueur d'onde 500 nm. On place un écran à une distance importante de ces deux sources. La première frange sombre se situe dans la direction telle que $\theta = 0,2 \text{ rad}$

- A) L'intensité lumineuse varie périodiquement entre 0 et $0,2I_0$
- B) L'intervalle angulaire entre la première et la deuxième frange claire vaut $0,4 \text{ rad}$
- C) Dans la direction $\theta' = 0 \text{ rad}$ on observe une frange claire
- D) Les deux sources sont espacées de $2,5 \mu\text{m}$
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 8 : On considère un microscope élémentaire formé d'un tube fermé à ses deux extrémités par un objectif et un oculaire (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) Le grossissement du microscope augmente lorsque la distance focale de l'objectif augmente
- B) Le grossissement du microscope augmente lorsque la distance focale de l'oculaire diminue
- C) Le grossissement du microscope augmente si l'intervalle optique du microscope diminue
- D) Le pouvoir séparateur d_{\min} du microscope diminue si l'indice optique à l'intérieur du microscope augmente
- E) Toutes les propositions A-D sont fausses.

QCM 9 : On souhaite déposer une couche anti-reflet sur une lame de diamant, en utilisant un matériau d'indice $n = 1,5$. Quelle est l'épaisseur de cette couche si on souhaite qu'il n'y ait aucun rayon réfléchi en incidence normale lorsque la longueur d'onde de ce rayonnement est de 600 nm ? (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) 0,1 mm B) 0,1 μm C) 100 nm D) 200 nm E) Aucune des ces réponses

QCM 10 : Soient deux sources d'onde monochromatiques synchrones espacées de a et émettant une radiation de longueur d'onde λ . On suppose que le rapport $\frac{\lambda}{a}$ est petit

- A) On observe une alternance de bandes claires correspondant à des interférences constructives et de bandes sombres correspondant à des interférences destructives
- B) La hauteur des maxima d'intensité vaut λI_0 où I_0 est l'intensité lumineuse provenant de chaque source
- C) Si les sources sont en phase, on obtient une frange sombre dans la direction $\theta = 3 * \frac{\lambda}{a}$
- D) Si les sources sont en opposition de phase, on obtient une frange claire dans la direction $\theta' = \frac{3}{2} * \frac{\lambda}{a}$
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

Correction : INTERFERENCES, DIFFRACTION, POUVOIR DE RESOLUTION OPTIQUE**2012 – 2013****QCM 1 : Réponses C, D**

- A) Faux : Au contraire, les phénomènes de l'optique ondulatoire surviennent pour des longueurs du même ordre que la longueur d'onde ou plus petites
- B) Faux : La réfraction est étudiée dans l'optique géométrique, au contraire de la diffraction qui entre dans le cadre de l'optique ondulatoire
- C) Vrai : On a bien un décalage de $(2 + \frac{1}{2})\lambda$
- D) Vrai
- E) Faux

QCM 2 : Réponses B, C, D

- A) Faux : L'enveloppe est due à la diffraction et les variations rapides aux interférences
- B) Vrai : C'est tout l'intérêt des fentes d'Young
- C) Vrai : On se place dans le cas d'interférences à deux sources d'onde monochromatiques et synchrones. L'écart angulaire entre les franges claires est de $\Delta\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \text{ rad}$
- D) Vrai : On se place dans le cas d'interférences à deux sources d'onde monochromatiques et synchrones. On a des minima d'intensité dans les directions telles que $\sin \theta_k = (k + \frac{1}{2})\frac{\lambda}{a} = (k + \frac{1}{2})\frac{0,5}{1} = \frac{1}{2}(k + \frac{1}{2}) = \frac{1}{2}k + \frac{1}{4}$
- E) Faux

QCM 3 : Réponses A, B

- A) Vrai : C'est la définition du cours
- B) Vrai : Là encore, c'est un passage du cours, qui est détaillé dans l'exemple de la couche antireflet
- C) Faux : Si $e = \frac{\lambda}{4n}$, la différence de chemin optique vaut $\delta = \frac{2n\lambda}{4n} = \frac{\lambda}{2}$ donc les ondes réfléchies s'annihilent par interférences destructives et l'intensité lumineuse réfléchie est nulle
- D) Faux : On a toujours $e = \frac{\delta}{2n}$ quelque soit la valeur de l'intensité lumineuse réfléchie
- E) Faux

QCM 4 : Réponses D, E

On utilise la formule : $b = \frac{2\lambda D}{L}$ pour obtenir :

$$\lambda = \frac{bL}{2D} = \frac{56 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1}{2 \cdot 5} = 5,6 \cdot 10^{-5-1-1} = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,56 \mu\text{m} = 560 \text{ nm}$$

- A) Faux B) Faux C) Faux D) Vrai E) Vrai

QCM 5 : Réponses A, C, D

- A) Vrai : La variation relative de longueur d'onde vaut $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{480,6-480}{480} = \frac{0,6}{480} = \frac{6 \cdot 0,1}{6 \cdot 80} = \frac{0,1}{80} = \frac{1}{800}$
- B) Faux : On peut le calculer ! Car en fait pour que les pics d'intensité correspondant aux longueurs d'onde 480 nm et 480,6 nm soient résolus dans l'ordre k, il faut que $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} > \frac{1}{kN}$, et on déduit de cette inégalité le nombre minimal de fentes N...
- C) Vrai : $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} > \frac{1}{2N}$ donc $2N > \left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)^{-1}$ soit $2N > 800$ et ainsi $N > 400$
- D) Vrai : $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} > \frac{1}{N}$ donc $N > \left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)^{-1}$ soit $N > 800$
- E) Faux

QCM 6 : Réponse A

- A) Vrai : La diffraction empêche le stigmatisme strict, l'image d'une source ponctuelle sera diffractée donnant une tache d'Airy
- B) Faux : Au contraire, il faut que le maximum d'intensité de B' soit au plus près au niveau du premier zéro d'intensité de A' (logique, sinon les images se superposent)
- C) Faux : On se souvient que le pouvoir séparateur d'un instrument optique est donné par $d_{\min} = 0,61 \frac{\lambda D}{n'r}$
- Le pouvoir séparateur est donc inversement proportionnel à l'ouverture r de l'instrument optique

D) Faux : C'est la définition du pouvoir séparateur d'un instrument optique, et d'après la formule précédente d_{min} et r varient en sens inverse

E) Faux

QCM 7 : Réponses B, C

A) Faux : L'intensité lumineuse varie toujours entre 0 et $4I_0$ pour ce type d'interférences, il n'y a aucun rapport avec un quelconque angle...

B) Vrai : La première frange sombre est située dans la direction $\theta = \left(0 + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{a} = \frac{1}{2}\frac{\lambda}{a} = 0,2 \text{ rad}$. L'intervalle angulaire entre deux franges claires vaut $\frac{\lambda}{a} = 2\theta = 0,4 \text{ rad}$

C) Vrai : La direction $\theta' = 0 \text{ rad} = 0 * \frac{\lambda}{a}$ correspond bien à une frange claire

D) Faux : On a vu dans la correction de l'item B que $\frac{\lambda}{a} = 2\theta$. On a donc $a = \frac{\lambda}{2\theta} = \frac{500}{0,4} = \frac{5}{4} * \frac{10^2}{10^{-1}} = 1,25.10^3 \text{ nm} = 1,25 \text{ }\mu\text{m}$

E) Faux

QCM 8 : Réponses B, D

A) B) C) Se reporter à la formule $G = \frac{|p_P|\Delta}{f_1'f_2'}$

D) En effet, $d_{min} = 0,61 \frac{\lambda D}{n'r}$ (moyen pour retenir : on peut mettre de l'huile pour augmenter le grossissement)

QCM 9 : Réponses B, C

$$e = \frac{\lambda}{4n} = \frac{600}{4*1,5} = \frac{600}{6} = 100 \text{ nm} = 0,1 \text{ }\mu\text{m}$$

QCM 10 : Réponses A, D

A) Vrai : On observe en effet cette figure caractéristique

B) Faux : La hauteur des maxima d'intensité vaut $4I_0$ quelle que soit la longueur d'onde des rayonnements émis par les sources

C) Faux : Cette direction correspond à $\theta = \frac{6\lambda}{2a} = 3\frac{\lambda}{a}$ ce qui correspond lorsque les sources sont en phase à une frange claire

D) Vrai : Cette direction correspond à $\theta' = \frac{3\lambda}{2a} = \left(1 + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{a}$, ce qui correspond en opposition de phase à une frange claire (attention, les franges claires et sombres sont inversées par rapport à la situation où les sources sont en phase !)

E) Faux

6. EMISSION DE LA LUMIERE PAR LA MATIERE

2012 – 2013 (Pr. Sepulchre)

QCM 1 : Concernant la lumière

- A) Une méduse émet de la lumière selon un modèle incandescent
- B) La phosphorescence est un phénomène bien plus rapide que la fluorescence
- C) Les photons de fluorescence sont bien plus énergétiques que ceux de la phosphorescence
- D) L'émission stimulée est le principe de base du LASER car c'est à la base du principe d'amplification de l'énergie
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : Concernant le diagramme de ce bon vieux Perrin-Jablonski

- A) Les molécules comme les atomes ne présentent que des niveaux électroniques d'énergie
- B) Si A était vrai (je n'ai pas dit qu'elle était fausse), seule l'émission par fluorescence serait possible
- C) La relaxation vibrationnel est radiative
- D) Lors de l'inversion de spin d'un électron, il se crée un état métastable appelé état singulet en opposition avec l'état triplet habituel des électrons ; cet état métastable a une durée de vie plus longue que les états normaux
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 3 : Concernant les lasers

- A) Il faut au minimum 3 éléments de base pour créer un laser : une cavité résonante, un milieu amplificateur et un système de pompage
- B) Un laser à 2 niveaux générera un faisceau très cohérent de par sa constitution même
- C) Le principe du pompage est de déclencher une inversion de population
- D) La cavité de résonance permet de faire traverser plusieurs fois au faisceau le milieu amplificateur
- E) Les réponses A, B, C et D sont fausses

QCM 4 : A propos des différentes formes de luminescence (QCM rédigé par le Professeur Sepulchre)

- A) Une lampe à décharge fonctionne sur le principe de l'électroluminescence
- B) La luminescence est basée sur l'émission stimulée de photons.
- C) La cathodoluminescence est produite par l'émission de rayon X.
- D) Le phénomène de phosphorescence est décrit dans le diagramme de Jablonski par un croisement intersystème.
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM 5 : On considère la photoluminescence d'une molécule. La longueur d'onde d'absorption est égale à 580nm. Que pourrait-on théoriquement observer dans le spectre de photoluminescence ?

- A) Une raie de fluorescence de 550nm et une raie de phosphorescence de 570nm
- B) Une raie de fluorescence de 550 nm et une raie de phosphorescence de 620nm
- C) Une raie de fluorescence de 600 nm et une raie phosphorescence de 570 nm
- D) Une raie de fluorescence de 600 nm et une raie de phosphorescence de 620nm
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM 6 : A propos de l'effet laser

- A) L'effet laser est basé sur l'émission spontanée de photons par la matière lors de sa désexcitation
- B) La lumière crée pas effet laser est une lumière cohérente
- C) C'est l'inversion de population par pompage qui permet avant tout l'amplification de l'intensité lumineuse du laser
- D) On peut concevoir des lasers à 2, 3 ou 4 niveaux
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM 7 : Quelle fréquence fondamentale de résonance présente une cavité laser de 1,5m de longueur ?

- A) 2 MHz B) 200 MHz C) 100 MHz D) 0,2 GHz E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM 8 : A propos de l'effet LASER

- A) Lorsqu'un atome dans son état fondamental absorbe l'énergie d'un photon d'énergie $E = h\nu$, il se désexcite en émettant deux rayonnements photoniques de même énergie, de même quantité de mouvement et de même polarisation
- B) L'émission LASER nécessite toujours la présence d'un pompage optique, afin d'assurer l'inversion de population, à l'origine de l'amplification de lumière
- C) Concernant l'émission LASER à 3 niveaux, on ne peut s'affranchir d'un seuil de transparence
- D) Concernant l'émission LASER à 4 niveaux, il est possible d'obtenir un laser accordable en fréquence
- E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 9 : Dans un laser Hélium-Néon, la largeur de l'intervalle en fréquence sur lequel le gain l'emporte sur l'absorption est de 5 GHz. La cavité du laser est un Fabry-Pérot de longueur 20 cm. Quel est le nombre maximum de modes actifs qu'on puisse trouver ?

- A) 3 B) 5 C) 6 D) 7 E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 10 : A propos des principes du laser (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) L'impossibilité d'un laser à 2 niveaux est une conséquence de la statistique de Boltzmann $N_i \sim \exp(-E_i/k_b T)$
- B) Un laser accordable en fréquence est un laser dont le niveau le plus bas de la transition laser est à l'intérieur d'une bande d'énergie
- C) Un avantage des lasers à colorant est qu'ils sont accordables sur une grande partie de leur spectre de fluorescence
- D) Le laser à néodyme est un laser à colorant
- E) Les propositions A-D sont fausses

QCM 11 : A propos des mécanismes produisant les sources de lumière (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) La luminescence est le phénomène par lequel une molécule ayant été excitée par divers mécanismes, retourne à l'équilibre en émettant spontanément un photon
- B) Le phénomène de phosphorescence est décrit dans le diagramme de Jablonski par conversion interne
- C) La flamme bleue caractéristique du gaz butane qui sort d'un bec bunsen est un exemple du phénomène d'incandescence
- D) La lumière produite par une source lumineuse est dite d'autant plus chaude que sa température de couleur est basse
- E) Toutes les propositions A-D sont fausses

QCM 12 : A propos des lasers

- A) Pour que le faisceau soit amplifié, on le fait traverser plusieurs fois la cavité de telle sorte que l'on obtienne un rebouclage en phase sur un aller-retour : c'est la condition de résonance qui s'écrit $\nu = n \frac{c}{2L}$ avec L la largeur de la cavité
- B) Pour que le laser fonctionne, les pertes η et le gain du milieu amplificateur G doivent vérifier la condition d'oscillation laser $G\eta > 1$
- C) Les modes transverses permettent de définir la cohérence temporelle du faisceau laser
- D) Les diodes laser sont des lasers à semi-conducteurs, qui présentent l'avantages d'être très directionnels
- E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM 13 : A propos des phénomènes d'émission de lumière par la matière

- A) Pour un corps en incandescence, plus la couleur est froide, plus la température de couleur est élevée
- B) La luminescence est un phénomène d'équilibre contrairement à l'incandescence
- C) L'émission de lumière par la méduse *Aequorea victoria* est un exemple de bioluminescence
- D) La lumière bleutée de la flamme d'un bec Bunsen est un exemple de chimiluminescence
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 14 : On s'intéresse au laser d'un lecteur de DVD, qui se trouve être un laser à semi-conducteur

- A) Dans ce matériau, la bande de valence contient des électrons qui ne sont pas disponibles pour la conduction électrique
- B) Dans ce matériau, la bande de conduction est la première bande interdite qui suit la bande de valence
- C) Dans ce matériau, il suffit d'apporter un peu d'énergie pour faire passer des électrons de la bande de valence à la bande de conduction car la largeur de la bande interdite les séparant est faible, de l'ordre de quelques eV
- D) Un tel laser est peu puissant mais compact et efficace
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 15 : A propos de la photoluminescence

- A) La phosphorescence se décrit dans le diagramme de Perrin-Jablonski par la désexcitation d'un état triplet de durée de vie longue
- B) La fréquence des rayonnements de fluorescence est supérieure à celle des rayonnements de phosphorescence
- C) La désexcitation d'une molécule peut se faire entièrement de façon non radiative via des relaxations vibrationnelles et des conversions internes
- D) Un croisement inter-système peut s'effectuer entre le dernier sous-niveau vibrationnel de l'état singulet S_1 et le sous-niveau vibrationnel de S_0 de même énergie
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 16 : On considère une ampoule fluocompacte. Celle-ci est constituée d'un tube en verre contenant de la vapeur de mercure à basse pression, ce tube étant recouvert sur sa face interne par une couche de phosphore. Une électrode délivre des décharges électriques dans le mercure gazeux. Le mercure présente une raie caractéristique principale d'émission dans l'ultraviolet et on observe l'émission par l'ampoule d'une lumière visible

- A) L'émission de lumière par le mercure dans l'ampoule est classique du phénomène de cathodoluminescence
- B) Etant donné que la longueur d'onde des rayonnements visibles est plus grande que celle des rayonnements UV, on peut suggérer que l'émission de lumière visible par l'ampoule est liée à la fluorescence du phosphore
- C) Si la pression dans le tube avait été plus élevée, on aurait eu des transitions non radiatives par collisions, ce qui aurait conduit à un spectre avec de plus nombreuses raies
- D) On peut observer des relaxations vibrationnelles entre les différents niveaux vibrationnels des états excités de l'atome de mercure
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 17 : A propos de l'inversion de population dans les lasers

- A) On l'obtient grâce à la statistique de Boltzmann, selon laquelle la répartition des atomes dans les différents niveaux excités suit la loi $N_i \propto \exp(E_i/k_B T)$
- B) Elle est absolument indispensable pour avoir une amplification correcte du faisceau
- C) Dans le laser à 2 niveaux, l'inversion de population est facile à obtenir puisqu'elle s'effectue dès le début du pompage
- D) L'inexistence d'un seuil de transparence pour les lasers à 4 niveaux explique le fait qu'ils soient accordables en fréquence
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 18 : Concernant le rôle de la cavité dans les lasers

- A) Dans la cavité, le gain est non nul pour une seule valeur de fréquence bien définie
- B) La condition de résonance, indispensable pour obtenir un rebouclage en phase et ne pas créer ainsi d'interférences destructives, permet de définir des modes transverses
- C) La condition d'oscillation laser n'est possible que dans un certain intervalle de pulsations et donc de fréquences ; ce sont les fréquences pouvant être amplifiées dans la cavité
- D) Les pertes par diffraction dans la cavité sont négligeables si $\lambda L \ll a^2$ avec L la largeur de la cavité et a la taille du miroir
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 19 : Soit un laser à gaz dont la cavité est de section 1 cm et de largeur 0,75 m. La largeur de l'intervalle de pulsations pour lequel la condition d'oscillation laser est respectée est de $9.10^9 \text{ rad.s}^{-1}$. Combien peut-on avoir de modes longitudinaux actifs ? On prendra $\pi \approx 3$

- A) 5
- B) 6
- C) 7
- D) 8
- E) 9

QCM 20 : On considère un laser à rubis émettant dans le rouge ($\lambda = 600 \text{ nm}$). Sachant qu'à la longueur de Rayleigh, la déviation du faisceau vaut $750 \mu\text{m}$, que vaut la longueur de Rayleigh de ce laser ? On prendra $\pi \approx 3$ et $\sqrt{2} \approx 1,5$

- A) 5 km B) 2,5 km C) 1 km D) 2,5 m E) 1,25 m

QCM 21 : A propos de la qualité du faisceau laser

- A) Le fait d'avoir plusieurs modes longitudinaux actifs est un peu gênant car on perd la cohérence temporelle du faisceau
B) Pour obtenir une grande cohérence spatiale (donc une bonne directivité), il faut se débrouiller pour obtenir le premier mode transverse 00 pour lequel la diffraction est minimale
C) En comparant deux lasers, on trouve que la longueur de Rayleigh du laser 1 est plus grande que celle du laser 2 ; cela signifie que les effets de la diffraction apparaîtront plus tardivement pour le laser 1
D) L'obtention d'un faisceau avec une très grande cohérence temporelle et spatiale est un des principaux intérêts du laser
E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 22 : Etudiant curieux le retour ! Se retrouvant enfermé dans un labo de physique (*le pied !*) il décide pour s'amuser de regarder les différents types de lasers présents dans la salle. Voici ceux qu'il déniche :

- A) Un laser à rubis : le premier laser fabriqué, et l'étudiant est vite conquis par sa magnifique lumière rouge obtenue après pompage par flashes lumineux
B) Un laser hélium-néon : grâce à l'émission rouge de l'hélium et au gain optique très important, le faisceau vert généré est de toute beauté
C) Un laser à semi-conducteur GaAs : peu puissant et faiblement directionnel, il est néanmoins compact et efficace du moment que l'on amène suffisamment d'électrons dans la bande de conduction pour provoquer une inversion de population
D) Un laser à colorant : l'étudiant décide de changer le colorant de la cuve car si un de ses avantages est d'être accordable en fréquence, ce laser a le gros défaut d'utiliser un pompage électrique qui dégrade le colorant (phénomène d'électrodégradation)
E) Toutes les propositions sont fausses

Correction : EMISSION DE LA LUMIERE PAR LA MATIERE**2012 – 2013****QCM 1 : Réponses C, D**

- A) Faux : une méduse n'émet pas de chaleur lors de l'émission de lumière, elle est luminescente
B) Faux : C'est le contraire : lors de la phosphorescence l'atome passe par un état métastable ce qui rallonge le temps de désexcitation
C) Vrai
D) Vrai : L'émission stimulée permet de synchroniser deux photons ensemble (même énergie, même polarité et même quantité de mouvement)
E) Faux

QCM 2 : Réponse B

- A) Faux : Les molécules présentent des niveaux d'énergie électronique, des niveaux vibrationnels et des niveaux rotationnels
B) Vrai : Dans le cas hypothétique et faux que A soit juste, il n'y aurait pas de sous niveau capable de déclencher un phénomène de phosphorescence
C) Faux : La molécule perd son énergie en vibrant (ce qui crée de la chaleur) mais n'émet pas de photon
D) Faux : Tout est vrai sauf que l'état métastable est l'état triplet et que l'état « normal » est l'état singulet
E) Faux

QCM 3 : Réponses A, C, D

- A) Vrai
B) Faux : La probabilité d'émission stimulée est égale à la probabilité d'absorption, du coup on n'arrivera jamais à faire en sorte qu'il y ait plus d'atomes sur le niveau 2 que sur le niveau 1 et on n'aura jamais d'inversion de population avec ce système
C) Vrai : on veut qu'il y ait plus d'atomes excités que d'atomes à l'état fondamental donc on réalise un pompage en fournissant de l'énergie aux atomes
D) Vrai
E) Faux

QCM 4 : Réponses A, D

- A) Vrai : L'électroluminescence est le phénomène de luminescence (émission spontanée de photons suite à l'excitation des électrons dans un atome ou une molécule) où l'excitation des électrons est due à l'application d'un champ électrique extérieur. Dans une lampe à décharge un gaz est effectivement soumis périodiquement à un champ électrique extérieur.
B) Faux : La luminescence est basée sur l'émission spontanée. L'émission stimulée, quant à elle, est l'un des principes fondamentaux de l'effet laser.
C) Faux : Dans la cathodoluminescence, la luminescence est provoquée par des électrons excités suite à des chocs qu'ils subissent avec d'autres électrons accélérés dans un tube cathodique. Dans un tel tube les électrons sont accélérés entre la cathode et l'anode du tube, et aboutissent par exemple sur un matériau semi-conducteur dont certains électrons transitent de la bande de valence vers la bande de conduction. La luminescence apparaît lorsque les électrons excités retombent de la bande de conduction vers la bande de valence.
En revanche, si la luminescence est due à la production de rayons X, on parle de radio luminescence.
D) Vrai : Cf. diapositives du cours. Un croisement inter système signifie que la molécule passe d'un état singlet S à un état triplet T, dû au basculement du spin d'un électron.
E) Faux

QCM 5 : Réponse D

$$E_{(\text{absorption})} > E_{(\text{fluorescence})} > E_{(\text{phosphorescence})}$$

Or énergie et longueurs d'onde sont inversement proportionnelles donc $\lambda_{(\text{absorption})} < \lambda_{(\text{fluorescence})} < \lambda_{(\text{phosphorescence})}$

QCM 6 : Réponses B, C

- A) Faux : l'effet laser est basée sur une émission induite.
B) Vrai

C) Vrai : La cavité de Fabry-Pérot est un élément amplificateur mais dans l'effet laser, l'amplification (le "a" du laser) vient avant tout de l'inversion de population. C'est grâce à cette dernière que lors de l'émission stimulée on obtient une augmentation exponentielle de l'amplitude en fonction de la distance parcourue par le faisceau. En un sens, la cavité de FP permet d'augmenter arbitrairement cette distance car aux réflexions du faisceau sur les 2 miroirs. (A contrario, si on injecte un faisceau dans une cavité de FP sans inversion de population, on n'aura pas l'amplification de l'intensité lumineuse mais seulement un filtrage très sélectif autour des modes de la cavité.)

D) Faux : les lasers à 2 niveaux n'existent pas car lors de l'inversion de population, on a une la probabilité d'émission stimulée égale à la probabilité d'absorption donc une égalité de population.

E) Faux

QCM 7 : Réponse C

Les conditions de résonance dans la cavité laser correspondent aux conditions de rebouclage de l'onde en phase: les interférences doivent être constructives. On utilise alors : $2L = n\lambda = nc/\nu_0$

$$\nu_0 = c/2L = 3.10^8/(2 * 1,5) = 108 \text{ Hz} = 100 \text{ MHz}$$

QCM 8 : Réponses C, D

A) Faux : L'atome est à la base à l'état excité (et non à l'état fondamental)

B) Faux : On peut avoir un pompage électrique par exemple

C) Vrai :

D) Vrai

E) Faux

QCM 9 : Réponse D

La fréquence fondamentale de résonance vaut $\nu_0 = \frac{c}{2L} = \frac{3.10^8}{2*2.10^{-1}} = 0,75.10^9 \text{ Hz} = 0,75 \text{ Hz}$

On calcule le rapport $\frac{f_2 - f_1}{\nu_0} = \frac{5}{0,75} = \frac{20}{3} \approx 6,66$ donc au maximum on peut avoir 7 modes longitudinaux actifs

A) Faux

B) Faux

C) Faux

D) Vrai

E) Faux

QCM 10 : Réponses B, C

A) Faux : C'est le fait que la probabilité d'émission stimulée soit égale à la probabilité d'absorption qui traduit l'impossibilité d'obtenir un laser à deux niveaux. La statistique de Boltzmann traduit la répartition dans les états excités à l'équilibre thermodynamique

B) Vrai : cf. cours

C) Vrai : cf. cours

D) Faux : C'est un laser à solide

E) Faux

QCM 11 : Réponses A, D

A) Vrai : cf. cours

B) Faux : Il s'agit d'un croisement intersystème

C) Faux : C'est un phénomène de chimiluminescence (traité en cours) *pour retenir : le Soleil en incandescence émet une lumière jaune. D'après la loi de Wien $\lambda_{max}T = 0,3 \text{ cm.K}$ donc si la flamme bleue était un phénomène d'incandescence, on aurait $T_{bec \text{ bunsen}} \gg T_{Soleil} !!!$*

D) Vrai : D'après la loi de Wien, $\lambda_{max}T = 0,3 \text{ cm.K}$ donc si $\lambda \nearrow$ (couleur « chaude », orange/rouge), $T \searrow$

E) Faux

QCM 12 : Réponse A

A) Vrai : En effet, l'item est long mais tout est juste ! On rappelle simplement que la fréquence fondamentale (de résonance) vaut $\nu_0 = \frac{c}{2L}$ et que la condition de résonance s'écrit $\nu = n\nu_0 = n \frac{c}{2L}$

B) Faux : La condition d'oscillation laser s'écrit $G(1 - \eta) > 1$: cela signifie qu'il faut que la partie du gain qui n'est pas perdue soit être supérieure à 1

C) Faux : Les modes transverses traduisent la cohérence spatiale du faisceau laser

D) Faux : Les diodes laser présentent précisément l'inconvénient d'être peu directionnels

E) Faux

QCM 13 : Réponses A, C, D

A) Vrai : D'après la loi de Wien, on a $\lambda_{max}T \approx 0,3 \text{ cm.K}$, donc si la couleur est plus froide, la longueur d'onde est basse et donc la température de couleur est élevée

- B) Faux : C'est l'inverse, l'incandescence est un phénomène d'équilibre au contraire de la luminescence
 C) Vrai : Cette méduse est un être vivant, on parle bien de bioluminescence
 D) Vrai : Vu en cours, c'est une luminescence concernant la désexcitation du dioxyde de carbone
 E) Faux

QCM 14 : Réponses A, C, D

- A) Vrai : cf. cours
 B) Faux : La bande de conduction est la première bande permise qui suit la bande de valence
 C) Vrai : En effet, ce matériau est semi-conducteur
 D) Vrai : Ce sont des caractéristiques des lasers à semi-conducteur
 E) Faux

QCM 15 : Réponses A, B, C

- A) Vrai : cf. cours
 B) Vrai : En effet, $\lambda_{fluorescence} < \lambda_{phosphorescence}$ donc $\nu_{fluorescence} > \nu_{phosphorescence}$
 C) Vrai : On peut le voir sur le diagramme de Perrin-Jablonski
 D) Faux : Le mécanisme décrit est une conversion interne (le croisement inter-système se fait entre le dernier sous-niveau de l'état singulet S_1 et le sous-niveau correspondant de l'état triplet T_1)
 E) Faux

QCM 16 : Réponses B, C

- A) Faux : Cette émission est caractéristique d'une électroluminescence
 B) Vrai : On peut imaginer assez aisément que le phosphore peut absorber les rayonnements UV émis dans le tube, puis émettre des photons de fluorescence de longueurs d'onde supérieures (énergie moindre)
 C) Vrai : En effet, les collisions entraînent des transitions non radiatives qui peuvent aboutir à certains états métastables qui permettront l'émission de photons beaucoup plus variés qu'à basse pression
 D) Faux : Les niveaux vibrationnels n'existent pas pour les atomes mais seulement pour les molécules
 E) Faux

QCM 17 : Réponse B

- A) Faux : Non seulement la loi de Boltzmann citée est fausse, mais cet item est incorrect car la statistique de Boltzmann gêne au contraire l'inversion de population ! C'est parce qu'on a cette répartition qu'on est obligés de pomper le milieu pour avoir une inversion de population
 B) Vrai : Sans inversion de population, le faisceau est vite atténué puisque les photons sont plus absorbés très vite et les émissions spontanées sont rares
 C) Faux : Les lasers à 2 niveaux n'existent pas puisqu'on ne peut jamais obtenir d'inversion de population
 D) Faux : Il n'y a aucun rapport entre ces deux notions, seuls certains lasers à 4 niveaux sont accordables en fréquence en raison de l'inclusion du niveau (1) dans une bande large d'énergie
 E) Faux

QCM 18 : Réponses B, D

- A) Faux : Le gain est maximal pour une valeur de fréquence mais non nul pour un intervalle de fréquence
 B) Vrai : La condition de résonance définit les modes longitudinaux
 C) Faux : Ce sont les fréquences multiples de la fréquence de résonance compris dans cet intervalle qui peuvent être amplifiées et pas toutes les fréquences de l'intervalle
 D) Vrai : cf. cours
 E) Faux

QCM 19 : Réponses C, D

La largeur de l'intervalle de fréquences pour lesquelles la condition d'oscillation laser est respectée est :

$$\nu_2 - \nu_1 = \frac{\omega_2 - \omega_1}{2\pi} \approx \frac{9 \cdot 10^9}{2 \cdot 3} = \frac{9}{6} \cdot 10^9 = 1,5 \cdot 10^9 \text{ Hz.}$$

La fréquence de résonance vaut $\nu_r = \frac{c}{2L} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 0,75} = \frac{3}{1,5} \cdot 10^8 = 2 \cdot 10^8 \text{ Hz}$

On calcule maintenant le rapport $\frac{\nu_2 - \nu_1}{\nu_r} = \frac{1,5 \cdot 10^9}{2 \cdot 10^8} = 0,75 \cdot 10 = 7,5$

On arrondit par défaut à 7 ; on a donc entre 7 et 8 modes longitudinaux actifs

- A) Faux B) Faux C) Vrai D) Vrai E) Faux

QCM 20 : Réponse E

La largeur du col sur lequel est focalisé le faisceau laser vaut $w_0 = \frac{w(z_R)}{\sqrt{2}} \approx \frac{750}{1,5} = 500 \mu m$

La longueur de Rayleigh vaut alors $z_R = \frac{\pi w_0^2}{\lambda} \approx \frac{3 \cdot (5 \cdot 10^{-4})^2}{6 \cdot 10^{-7}} = \frac{25}{2} \cdot 10^{-8+7} = 12,5 \cdot 10^{-1} m = 1,25 m$

- A) Faux B) Faux C) Faux D) Faux E) Vrai

QCM 21 : Réponses A, B, C, D

A) Vrai : On a plusieurs longueurs d'onde différentes qui sont amplifiées dans ce cas, ce qui détruit la cohérence temporelle du faisceau qui est pourtant un paramètre très intéressant

B) Vrai : cf. cours

C) Vrai : En effet, on a la déviation à la longueur de Rayleigh : $w(z_R) = \sqrt{2} w_0$. Donc plus la longueur de Rayleigh est grande, moins vite le faisceau va s'élargir et donc les effets de la diffraction apparaîtront plus tardivement

D) Vrai : cf. cours

E) Faux

QCM 22 : Réponses A, C

A) Vrai : cf. cours

B) Faux : Un festival de fausseté... Primo si l'hélium émettait une lumière rouge il est difficile d'obtenir un faisceau vert ☹ Secundo, l'hélium est plutôt le messenger de l'affaire puisque son rôle est de transférer l'énergie aux atomes de néon (qui vont émettre une lumière rouge). Tertio, le gain optique pour les lasers est très faible et doit être compensé par des miroirs extrêmement réfléchissants

C) Vrai : cf. cours

D) Faux : Le pompage est optique, ce qui entraîne une photodégradation du colorant

E) Faux

7. LUMIERE ET COULEURS, PHOTOMETRIE

2012 – 2013 (Pr. Sepulchre)

QCM 1 : Vous êtes à la plage (après bien sûr, faut imaginer !) et après toutes les campagnes de santé publique (*spéciale dédicace à la SSH...*), vous décidez (*à raison*) de vous faire tartiner *sensuellement* de crème solaire. Celle-ci vous offre une protection efficace si elle arrête 999 photons pour 1000 de longueur d'onde inférieure à 250nm. La concentration en principe actif de cette crème solaire vaut : 5 mol.L^{-1} , et elle présente un coefficient d'extinction de $300 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ pour cette longueur d'onde. Quelle est l'épaisseur de crème solaire permettant une protection efficace ? On rappelle que $\ln(10^x) = x \ln(10)$ et on donne $\ln 10 = 2,3$

- A) 0,46 μm B) 4,6 μm C) 46 μm D) 0,9 μm E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM 2 : On considère une source lumineuse ponctuelle de 600 lm, qui rayonne de la lumière uniformément dans un hémisphère (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) L'intensité lumineuse de cette source est d'environ 50 cd
B) L'intensité lumineuse de cette source est d'environ 100 cd
C) L'éclairement à 2m de cette source est d'environ 25 lx
D) L'émittance de cette source est d'environ 150 lm/m^2
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 3 : A propos de la diffusion

- A) L'albédo de la neige tassée vaut 0,7 donc la neige tassée est perçue comme blanche
B) La surface d'un lac est perçue comme noire, on en déduit que son albédo est inférieur à 0,3
C) D'après la diffusion de Rayleigh, les particules de petite taille diffusent beaucoup plus efficacement les radiations ayant une fréquence faible
D) D'après la diffusion de Mie, la fraction rétrodiffusée est d'autant plus grande que la particule est grosse
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 4 : Soit un cube rempli d'une solution de concentration $C = 10 \text{ mM}$. La longueur de chaque côté du cube vaut 200 mm. On y fait traverser une lumière bleue (environ 700nm de longueur d'onde). Le coefficient d'extinction en question vaut $250 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$. Quelle est alors l'absorbance ?

- A) 50 B) 500 C) 5000 D) 5×10^4 E) 5×10^5

QCM 5 : A propos de la photométrie

- A) L'intensité lumineuse s'exprime en candela (cd)
B) Le flux lumineux mesure la puissance lumineuse émise par une source dans une direction donnée et s'exprime en lux (lx)
C) L'émittance d'un corps noir est une grandeur de photométrie et s'exprime en lm/m^2
D) L'éclairement s'exprime en lux (lx)
E) Aucune de ces propositions n'est exacte

QCM 6 : Soit une protéine qui absorbe la lumière à 430 nm avec un coefficient d'extinction de $2000 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$. Cette protéine est mise dans une solution à 2mM, dans une cuve de 5mm de côté. Calculez le libre parcours moyen d'absorption des photons par les protéines (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) 0.25 cm B) 0.8 cm C) 1 cm D) 4 cm E) Les propositions A-D sont fausses

QCM 7 : A propos de quelques définitions en photométrie (QCM rédigé par le Pr Sepulchre)

- A) Le flux lumineux mesure la puissance lumineuse visible émise par une source ponctuelle, par unité d'angle solide dans une direction donnée
B) Une candela est l'éclairement produit par une source dont l'intensité est 1 lumen, dans un angle solide de 1 stéradian
C) Un lumen est la puissance lumineuse d'une source d'une candela rayonnée dans un stéradian
D) Un lux est l'éclairement produit par une source ponctuelle d'une candela sur la surface d'une sphère de 1m de rayon, dont le centre coïncide avec la source lumineuse
E) Toutes les propositions A-D sont fausses

QCM 8 : On considère un scialytique (lampe particulière utilisée dans les cabinets dentaires et les salles d'opération). L'intensité lumineuse obtenue est de 36000 cd. La norme d'éclairage indique que l'éclairement du champ opératoire doit être de l'ordre de 10^5 lx. Quelle doit être alors la distance entre le scialytique et le patient ?

A) 0,36 m

B) 0,6 m

C) 18 cm

D) 36 cm

E) 60 cm

Correction : LUMIERE ET COULEURS, PHOTOMETRIE**2012 – 2013****QCM 1 : Réponse C**D'après la loi de Beer Lambert : $I_{\text{transmis}} = I_{\text{incident}} \cdot e^{-K \cdot C \cdot l}$

$$I = \frac{1}{KC} \cdot \ln\left(\frac{I_{\text{incident}}}{I_{\text{transmis}}}\right) = \frac{1}{300 \times 5} \cdot \ln\left(\frac{1000}{1}\right) = \frac{3}{300 \times 5} \ln 10 = \frac{2,3}{500} = \frac{2,3}{5} \cdot 10^{-2} = 0,46 \cdot 10^{-2} \text{ cm} = 0,46 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 46 \mu\text{m} \text{ (oui donc c'est}$$

prouvé scientifiquement que ceux qui mettent 3 tonnes de crème sont des boulets. Merci la physique ☺)

Où K= coefficient d'extinction pour une certaine longueur d'onde= 300.L.mol⁻¹.cm⁻¹

C= concentration

l épaisseur de crème

 $I_{\text{transmis}} = 1$ car 999 photons sont absorbés**QCM 2 : Réponses B, C**A) FauxB) Vrai : La source est caractérisée dans l'énoncé par son flux lumineux qui vaut 600 lumen. Son intensité I est donné par $I = F/\Omega$ où Ω est l'angle solide dans lequel la source rayonne. Ici il s'agit d'un hémisphère (ou demi-espace complet), donc l'angle solide est $\Omega = 2\pi \sim 6$. D'où $I \sim 600/6 = 100$ candelaC) Vrai : L'éclairement de la source à une distance d est donné par $E = I/d^2 \sim 100/4 = 25$ luxD) Faux : La notion d'émittance s'applique à une source étendueE) Faux**QCM 3 : Réponse B**A) Faux : Un corps est perçu comme blanc si son albédo est supérieur à 0,8 (80%)B) Vrai : La surface du lac paraît noire donc son albédo est inférieur à 0,03 (3%). Donc si elle est inférieure à 0,03 elle est bien inférieure à 0,3C) Faux : La diffusion de Rayleigh concerne bien les particules de petite taille, mais les radiations les mieux diffusées sont celles de longueurs d'onde faibles, donc de fréquence importanteD) Faux : En diffusion de Mie, la fraction rétrodiffusée est d'autant plus faible que la particule est grosseE) Vrai**QCM 4 : Réponse A**L'absorbance vaut $A = KCl = 250 \cdot 20 \cdot 0,01 = 5000 \cdot 0,01 = 50$ A) VraiB) FauxC) FauxD) FauxE) Faux**QCM 5 : Réponses A, D**A) VraiB) Faux : le flux lumineux mesure la puissance lumineuse émise par une source dans une direction donnée et s'exprime en lumen (lm)C) Faux : l'émittance d'un corps noir est une grandeur de **radiométrie** et s'exprime en Watt/m² (en effet, l'émission d'un corps noir ne se fait pas forcément dans des longueurs d'onde visibles)D) VraiE) Faux**QCM 6 : Réponse A**

$$l_a = \frac{1}{CK(\lambda)} = \frac{1}{2,10^{-3} \cdot 2,10^3} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ cm}$$

QCM 7 : Réponses C, DA) Faux : Le flux lumineux se mesure dans une région de l'espace, c'est l'intensité lumineuse qui se mesure dans une direction donnéeB) Faux : La candela est une unité d'intensité lumineuse, l'unité de l'éclairement est le luxC) Vrai : $F = I\Gamma$ D) Vrai : $E = \frac{I}{r^2}$ E) Faux

QCM 8 : Réponses B, E

L'éclairement E , l'intensité lumineuse I et la distance entre le scialytique et le champ d sont liés par la relation $E = \frac{I}{d^2}$

$$\text{D'où } d = \sqrt{\frac{I}{E}} = \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^4}{10^5}} = \sqrt{3,6 \cdot 10^{-1}} = \sqrt{36 \cdot 10^{-2}} = 6 \cdot 10^{-1} \text{ m} = 0,6 \text{ m} = 60 \text{ cm}$$

- A) Faux B) Vrai C) Faux D) Faux E) Vrai

8. BASES SUR LES ONDES, RADIOFREQUENCES, MAGNETISME, PRINCIPE DE LA RMN

2012 – 2013 (Pr. Sepulchre)

QCM 1 : Une onde se propage sur une corde d'impédance Z_1 . Cette corde est reliée à son extrémité à une seconde corde d'impédance Z_2 . Que se passe-t-il pour les ondes lors du changement de corde ?

- A) Si $Z_1 > Z_2$, il y a réflexion partielle avec changement de signe
- B) Si $Z_1 < Z_2$, il y a réflexion partielle sans changement de signe
- C) Si $Z_1 < Z_2$, il y a réflexion totale sans changement de signe
- D) Si $Z_1 = 3Z_2$, l'amplitude de l'onde transmise est 1,5 fois plus grande que celle de l'onde incidente
- E) Les propositions A, B, C, D sont fausses

QCM 2 : Quelle est en Hz la fréquence fondamentale d'une corde de longueur 0,5m, dont la masse vaut 8 kg et où la tension est de 100 N ?

- A) 1 B) 2,5 C) 5 D) 10 E) 40

QCM 3 : A propos du magnétisme

- A) Le vecteur champ magnétique \vec{B} en un point a la direction de l'aiguille d'une boussole que l'on placerait en ce point
- B) Le moment magnétique d'une charge en orbite circulaire vaut $\mu = \frac{q}{2m} L$ avec L la valeur du moment cinétique
- C) Le moment magnétique orbital d'un électron en orbite circulaire vaut en norme $\mu = n\mu_e$ où μ_e est le magnéton de Bohr
- D) Le moment magnétique de spin est de sens opposé au spin pour un proton
- E) Les propositions A, B, C, D sont fausses

QCM 4 : Soient deux cordes reliées entre elles et de masses linéiques respectives μ_1 et μ_2 . On a réflexion partielle sans changement de signe et l'amplitude de l'onde réfléchie A_r est 2 fois inférieure à celle de l'onde incidente A_i . Quelle est alors la valeur de μ_2 en fonction de μ_1 ? On rappelle que l'impédance d'une corde est donnée par la formule $Z = \sqrt{T\mu}$ où T est la tension exercée sur la corde, supposée constante ici

- A) $\mu_1/9$ B) $\mu_1/3$ C) $3\mu_1$ D) $9\mu_1$ E) Aucune de ces propositions n'est correcte

QCM 5 : Concernant les caractéristiques générales des ondes

- A) Une onde est un phénomène vibratoire qui se propage
- B) Une onde mécanique transporte de la matière et de l'énergie
- C) Une onde électromagnétique peut se propager dans un milieu matériel
- D) La structure temporelle de la perturbation ondulatoire suit celle de la source, laquelle détermine également le type de « déformation » du milieu par le phénomène physique mis en cause
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 6 : Une onde se propage le long d'une corde de longueur L et de masse linéique μ . La tension sera notée T . Que peut-on dire à propos de cette situation ?

- A) Il s'agit d'une onde mécanique
- B) La vibration est parallèle au sens de propagation : c'est une onde de « cisaillement »
- C) Il s'agit d'une onde T, utilisant un mode de propagation transversal
- D) Les caractéristiques de la corde déterminent la vitesse de propagation de l'onde : $v = \sqrt{T\mu}$
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 7 : Que vaut en kg.s^{-2} la constante de raideur d'un ressort tendu d'allongement 10 cm, de masse linéique 200 g.m^{-1} et dont l'onde de compression a une célérité égale à 5 m.s^{-1} ?

- A) 10 B) 50 C) 100 D) 500 E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 8 : Quelles sont les formules exactes concernant les célérités des différentes ondes citées ?

- A) Onde de pression sonore : $c_s \propto \sqrt{\frac{P_0}{\rho_0}}$ avec P_0 la pression et ρ_0 la masse volumique du gaz
- B) Onde de pression sonore : $c_s \propto \sqrt{P_0 \rho_0}$ avec P_0 la pression et ρ_0 la masse volumique du gaz
- C) Onde électromagnétique dans le vide : $c = \frac{\sqrt{\mu_0}}{\sqrt{\epsilon_0}}$ avec μ_0 la perméabilité magnétique du vide et ϵ_0 la permittivité du vide
- D) Onde électrique dans un câble coaxial : $v = \frac{1}{\sqrt{\Lambda \Gamma}}$ avec Λ l'inductance linéique et Γ la capacité linéique
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 9 : A propos de la description mathématique des ondes

- A) On peut décrire une onde se déplaçant dans le sens des x croissants par la fonction de deux variables $\psi(x, t) = f\left(t - \frac{x}{v}\right)$
- B) Au point d'abscisse $x_0 > 0$, pour une onde se déplaçant dans le sens des x croissants, l'onde arrive avec un certain retard égal à $\frac{x_0}{v}$
- C) Si on prend un cliché du milieu affecté par cette onde à un instant t_0 , on observe un motif inversé de la perturbation
- D) L'équation de d'Alembert s'écrit $\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = \kappa \frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2}$: la solution de cette équation est une superposition d'ondes, et $\kappa = \frac{1}{v^2}$ avec v la vitesse associée à ce phénomène ondulatoire
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 10 : A propos de l'impédance

- A) Elle mesure la facilité de déformation du milieu : plus l'impédance est grande, plus la vitesse de déplacement de l'onde dans le milieu est élevée
- B) Pour une corde où la tension vaut T et de masse linéique μ , l'impédance vaut $Z = \frac{T}{v} = \sqrt{T\mu} = \mu v$
- C) Pour une onde électromagnétique dans le vide, $Z = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$ avec μ_0 la perméabilité magnétique du vide et ϵ_0 la permittivité du vide
- D) Pour une onde électrique, $Z_c = v\Gamma$ avec Γ la capacité linéique
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 11 : Une corde est formée de deux matériaux (1) et (2) d'impédances respectives Z_1 et $2Z_1$. Une onde traverse successivement le matériau (1) puis le matériau (2). Quelle est la valeur de l'amplitude réfléchie A_r dans le matériau (2) par rapport à l'amplitude incidente A_i ?

- A) $A_r = \frac{A_i}{9}$ B) $A_r = -\frac{A_i}{3}$ C) $A_r = \frac{A_i}{3}$ D) $A_r = -3A_i$ E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 12 : Deux cordes (A) et (B) d'impédances respectives Z_A et Z_B et de masses linéiques respectives μ_A et μ_B . Une onde affecte successivement les cordes (A) puis (B). On mesure l'amplitude de l'onde transmise à la corde (B) et on s'aperçoit qu'elle vaut un quart de celle de l'onde incidente. Quelles sont les relations exactes concernant cette situation ?

- A) $Z_A = 7Z_B$ B) $Z_B = \frac{Z_A}{7}$ C) $\mu_B = \frac{\mu_A}{7}$ D) $\mu_B = \frac{\mu_A}{49}$ E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 13 : Concernant le comportement d'une onde affectant une corde lors d'un changement de matériau

- A) Lorsque la masse linéique de la première corde est inférieure à celle de la seconde, on a réflexion partielle avec changement de signe
- B) Lorsque l'impédance de la première corde est supérieure à celle de la seconde, la vitesse de l'onde sur la deuxième corde est supérieure à celle de l'onde sur la première
- C) Il faut se méfier des fouets car l'extrémité libre équivaut au passage de l'onde dans une corde d'impédance nulle, ce qui entraîne une réflexion totale sans changement de signe qui va revenir vers le bras ayant créé l'onde
- D) En attachant une corde à un piquet (extrémité fixe), on a l'équivalent d'une corde d'impédance infinie, ce qui crée une réflexion totale avec changement de signe et diminution de l'amplitude
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 14 : Soit une onde progressive sinusoïdale d'amplitude 10 cm et dont l'impédance vaut $0,5 \text{ kg.s}^{-1}$. Sachant que la puissance moyenne transportée par cette onde vaut 2 W, que vaut en rad.s^{-1} la pulsation de cette onde ? On prendra $\sqrt{2} \approx 1,4$ et $\sqrt{8} \approx 2,8$

- A) 14 B) 28 C) 140 D) 280 E) 400

QCM 15 : Concernant les puissances transportées par des ondes progressives sinusoïdales

- A) La puissance moyenne transportée est proportionnelle au rapport entre l'amplitude et le carré de l'impédance
 B) Si l'impédance du premier milieu est 2 fois supérieure à celle du deuxième milieu, la puissance transmise emporte huit neuvièmes de la puissance incidente
 C) Si l'impédance du premier milieu est 2 fois supérieure à celle du deuxième milieu, la puissance réfléchie emporte un neuvième de la puissance incidente
 D) Quels que soient les milieux traversés, on a conservation de l'énergie de l'onde : $P_i = P_r + P_t$
 E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 16 : Sachant que deux fréquences propres successives d'une onde stationnaire sur une corde tendue de longueur 1 m sont de 100 et 101 Hz, quelle est en m.s^{-1} la célérité de l'onde sur la corde ?

- A) 1 B) 2 C) 10 D) 20 E) 200

QCM 17 : Concernant les basses fréquences du spectre électromagnétique

- A) On parle de micro-ondes ou d'hyperfréquences pour des fréquences comprises entre 300 MHz et 300 GHz
 B) On parle de radiofréquences pour des fréquences comprises entre 30 kHz et 300 MHz
 C) Les ondes millimétriques font partie des micro-ondes et correspondent à des longueurs d'onde de 1 mm à 10 mm
 D) Les ondes millimétriques font partie des radiofréquences et correspondent à des longueurs d'onde de 1 mm à 1 m
 E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 18 : A propos du moment magnétique orbital

- A) Un proton en orbite circulaire possède un moment magnétique non nul
 B) Le moment dipolaire magnétique associé à une boucle de courant circulaire de rayon r où le courant a une intensité I vaut $\mu = I\pi r^2$
 C) Le magnéton de Bohr $\mu_e = \frac{e\hbar}{2m_e}$ est un quantum de moment magnétique de l'électron, car le moment cinétique de l'électron étant quantifié ($L = n\hbar$), le moment magnétique l'est également : $\mu = n\mu_e$
 D) Une boucle de courant plongée dans un champ magnétique subit un couple ayant tendance à aligner le moment magnétique avec le champ
 E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 19 : A propos du moment magnétique de spin

- A) Il est lié à l'existence d'un moment cinétique intrinsèque : le spin \vec{S}
 B) La projection du moment magnétique de spin de l'électron est quantifiée : $\mu_{S_z} = -g_e\mu_e m_s$ où $m_s \pm 1/2$ (spin) et $g_e \approx 2$, ce qui fait qu'on a $\mu_{S_z} \cong \pm\mu_e$
 C) Pour l'électron, le spin et le moment magnétique de spin sont de sens contraires
 D) Pour le proton, le spin et le moment magnétique de spin sont de sens contraires
 E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 20 : Un étudiant curieux (encore lui !) décide de faire une pause dans sa biostat (on le comprend) et décide pour s'amuser de placer un noyau d'hélium (particule alpha) à côté d'un aimant créant un champ magnétique \vec{B}_0 . Que va-t-il se passer ?

- A) Le moment magnétique du noyau d'hélium $\vec{\mu} = \gamma\vec{J}$ (γ est le rapport gyromagnétique et \vec{J} le moment cinétique global) subit un couple perpendiculaire à la fois à $\vec{\mu}$ et au champ magnétique \vec{B}_0
 B) Le moment cinétique \vec{J} se met à tourner autour de \vec{B}_0 avec une vitesse angulaire qui dépend de l'angle entre \vec{J} et \vec{B}_0
 C) Le mouvement effectué par le moment cinétique est un mouvement de précession semblable à celui d'une toupie soumise au poids
 D) La fréquence associée à cette rotation est la fréquence de Larmor $\nu_0 = \frac{\gamma B_0}{2\pi}$
 E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 21 : A propos du principe de la RMN

- A) Si on se place dans un référentiel tournant autour de \vec{B}_0 avec une vitesse angulaire de $\omega_0 = 2\pi\nu_0$ avec ν_0 la fréquence de Larmor, le moment macroscopique \vec{M} est immobile
- B) Si on applique un champ magnétique \vec{B}_1 tournant dans un plan perpendiculaire à \vec{B}_0 avec une vitesse angulaire $\omega_1 = \gamma B_1$, il y a précession de \vec{M} autour de \vec{B}_1 : on dit que le champ tournant est en résonance avec l'aimantation
- C) Lorsque le champ variable est supprimé, la composante de l'aimantation parallèle à \vec{B}_0 appelée M_{\parallel} diminue de façon constante en décrivant une spirale
- D) La description quantique avance que le champ radiofréquence \vec{B}_1 fait basculer les noyaux d'un état d'énergie à un autre, et donc qu'au cours de la résonance la population de noyaux d'état d'énergie plus élevée va diminuer en raison d'une émission stimulée par effet laser
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM 22 : A propos de la relaxation en RMN

- A) Le retour des noyaux à l'équilibre correspond au ré-alignement de \vec{M} le long de \vec{B}_1
- B) Au bout du temps T_1 , la composante parallèle à \vec{B}_0 a regagné 63% environ de sa valeur initiale
- C) Au bout du temps T_2 , la composante perpendiculaire à \vec{B}_0 a regagné 37% environ de sa valeur initiale
- D) Je trouve plus d'items et c'est bientôt la fin des haricots (compter vrai bien sûr ☺)
- E) Toutes les propositions sont fausses

Correction : BASES SUR LES ONDES, RADIOFREQUENCES, MAGNETISME, PRINCIPE DE LA RMN

2012 – 2013

QCM 1 : Réponse D

- A) Faux : Le rapport entre amplitude de l'onde réfléchie et amplitude de l'onde incidente vaut $r = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2}$. Si $Z_1 > Z_2$, $Z_1 - Z_2 > 0$ et $r > 0$, donc le rapport est positif et il n'y a pas de changement de signe
- B) Faux : Si $Z_1 < Z_2$, $Z_1 - Z_2 < 0$ et $r < 0$, donc le rapport est négatif et il y a changement de signe
- C) Faux : Pour avoir une réflexion totale sans changement de signe, on devrait avoir $Z_2 = 0$ (extrémité libre, un fouet par exemple)
- D) Vrai : Le rapport entre amplitude de l'onde transmise et amplitude de l'onde incidente vaut $t = \frac{2Z_1}{Z_1 + Z_2}$. Si $Z_1 = 3Z_2$:
 $t = \frac{6Z_2}{3Z_2 + Z_2} = \frac{6}{4} = 1,5$, l'onde transmise a bien une amplitude 1,5 fois plus grande que celle de l'onde incidente
- E) Faux

QCM 2 : Réponse B

La masse linéique de la corde vaut $\mu = \frac{m}{L} = \frac{8}{0,5} = 16 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$ et la célérité de l'onde vaut donc $c = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{100}{16}} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

La fréquence fondamentale vaut donc $\nu_1 = \frac{c}{2L} = \frac{2,5}{2 \cdot 0,5} = 2,5 \text{ Hz}$

- A) Faux B) Vrai C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 3 : Réponses A, B, C

- A) Vrai : cf. cours
- B) Vrai : cf. cours
- C) Vrai : Dans le modèle de Bohr, le moment cinétique est quantifié (vive la quantique ☺) : $L = n\hbar$ d'où la norme du moment magnétique orbital de l'électron : $\mu = \frac{e}{2m_e} * n\hbar = n \frac{e\hbar}{2m_e} = n\mu_e$
- D) Faux : Le moment magnétique de spin du proton est $\vec{\mu}_S = g_p \frac{e}{2m_p} \vec{S}$, $e > 0$ donc le moment magnétique de spin du proton est dans le même sens que son spin
- E) Faux

QCM 4 : Réponse A

L'onde réfléchie n'a pas subi de changement de signe et son amplitude est deux fois inférieure à l'amplitude de l'onde incidente, donc le rapport entre l'amplitude de l'onde réfléchie et celle de l'onde incidente vaut $\frac{A_r}{A_i} = \frac{1}{2}$.

On a donc $\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{1}{2}$ d'où $2(Z_1 - Z_2) = Z_1 + Z_2$ càd $2Z_1 - 2Z_2 = Z_1 + Z_2$ et ainsi $Z_1 = 3Z_2$ et $Z_2 = \frac{Z_1}{3}$.

En remplaçant les impédances par leurs valeurs : $\sqrt{T\mu_2} = \frac{\sqrt{T\mu_1}}{3}$ donc $T\mu_2 = \frac{T\mu_1}{9}$ et $\mu_2 = \mu_1/9$

- A) Vrai B) Faux C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 5 : Réponses A, C, D

- A) Vrai : cf. cours
- B) Faux : Une onde ne transporte pas de matière quelle que soit sa nature
- C) Vrai : Non marqué dans le cours mais relativement logique
- D) Vrai : cf. cours
- E) Faux

QCM 6 : Réponses A, C

- A) Vrai : En effet, elle nécessite un milieu élastique (la corde) pour se propager
- B) Faux : C'est bien une onde de cisaillement, mais cela signifie que la vibration est perpendiculaire au sens de propagation
- C) Vrai : En effet, la vibration est perpendiculaire au sens de propagation

D) Faux : Le début de l'item est juste, mais cette relation donne l'impédance de la corde et non la célérité de l'onde, laquelle vaut $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

E) Faux

QCM 7 : Réponse B

La célérité de l'onde de compression vaut $v = \sqrt{\frac{KL}{\mu}}$ d'où $\frac{KL}{\mu} = v^2$ et $K = \frac{v^2 \mu}{L} = \frac{5^2 * 2.10^{-1}}{1.10^{-1}} = 25 * 2 = 50 \text{ kg.s}^{-2}$

(L'unité de la constante de raideur est bien le kg.s^{-2} : en effet, l'analyse dimensionnelle montre que

$$[K] = \frac{[v]^2 [\mu]}{[L]} = \frac{L^2 T^{-2} * M L^{-1}}{L} = M T^{-2})$$

A) Faux B) Vrai C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 8 : Réponses A, D

A) Vrai : cf. cours

B) Faux : On a $c_s \propto \sqrt{P_0 \rho_0}$

C) Faux : En effet, $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$

D) Vrai : cf. cours

E) Faux

QCM 9 : Réponses A, B, C, D

A) Vrai : cf. cours

B) Vrai : cf. cours

C) Vrai : cf. cours

D) Vrai : cf. cours (cette partie est horrible mais on n'est jamais trop prudents ☺)

E) Faux

QCM 10 : Réponses B, C

A) Faux : Plus l'impédance est grande, plus la vitesse de propagation de l'onde est faible

B) Vrai : En effet, $Z = \frac{T}{v} = T * \sqrt{\frac{\mu}{T}} = \sqrt{T\mu}$ et comme $T = v^2 \mu$, $Z = \sqrt{v^2 \mu^2} = \mu v$

C) Vrai : cf. cours

D) Faux : En effet, on a $Z_c = \sqrt{\frac{\Lambda}{\Gamma}}$. Or $v = \frac{1}{\sqrt{\Lambda \Gamma}}$, donc $\sqrt{\Lambda \Gamma} = \frac{1}{v}$, càd $\Lambda \Gamma = \frac{1}{v^2}$ et $\Lambda = \frac{1}{\Gamma v^2}$. Ainsi, $Z_c = \sqrt{\frac{\Lambda}{\Gamma}} = \sqrt{\frac{1}{\Gamma^2 v^2}} = \frac{1}{\Gamma v}$

E) Faux

QCM 11 : Réponse B

Le rapport entre amplitude réfléchie et amplitude incidente vaut $r = \frac{A_r}{A_i} = \frac{Z_1 - 2Z_1}{Z_1 + 2Z_1} = \frac{-Z_1}{3Z_1} = -\frac{1}{3}$ d'où $A_r = \frac{A_i}{3}$

A) Faux B) Vrai C) Faux D) Faux E) Faux

QCM 12 : Réponse E

Le rapport entre amplitude transmise et amplitude incidente vaut $t = \frac{A_t}{A_i} = \frac{2Z_A}{Z_A + Z_B} = \frac{1}{4}$ d'où $Z_A + Z_B = 4 * 2Z_A$

Et ainsi $Z_B = 7Z_A$ ou encore $Z_A = \frac{Z_B}{7}$. De plus, comme $Z = \sqrt{T\mu}$, on a $\sqrt{T\mu_B} = 7\sqrt{T\mu_A}$ soit $T\mu_B = 49T\mu_A$

D'où $\mu_B = 49\mu_A$ et $\mu_A = \frac{\mu_B}{49}$.

A) Faux B) Faux C) Faux D) Faux E) Vrai

QCM 13 : Réponses A, B, D

A) Vrai : Si $\mu_1 < \mu_2$, comme $Z = \sqrt{T\mu}$ on va avoir $Z_1 < Z_2$. Le rapport entre amplitude de l'onde réfléchie et amplitude de l'onde incidente vaut $r = \frac{A_r}{A_i} = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} < 0$. On va donc avoir une réflexion partielle avec changement de signe

B) Vrai : Si $Z_1 > Z_2$, comme $Z = \frac{T}{v}$, $v_1 < v_2$

C) Faux : L'impédance est considérée comme nulle, donc $r = \frac{A_r}{A_i} = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{Z_1}{Z_1} = 1$: ceci correspond à une réflexion totale sans changement de signe

D) Vrai : L'impédance est considérée comme infinie. La limite du rapport r quand Z_2 tend vers l'infini est

$\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{1-x}{1+x} = -1$. On a donc réflexion totale avec changement de signe

(Démonstration pour le fun : la limite considérée est également celle de $\frac{x(-1+\frac{1}{x})}{x(1+\frac{1}{x})}$ soit $\frac{-1+\frac{1}{x}}{1+\frac{1}{x}}$ càd -1)

E) Faux

QCM14 : Réponse B

La puissance moyenne transportée vaut $P = \frac{1}{2} Z A^2 \omega^2$ d'où $\omega^2 = \frac{2P}{Z A^2} = \frac{2 \cdot 2}{0,5 \cdot (1,10^{-1})^2} = \frac{4}{0,5 \cdot 10^{-2}} = 8 \cdot 10^2 \text{ rad}^2 \cdot \text{s}^{-2}$

Enfin, $\omega = \sqrt{8 \cdot 10^2} \approx 2,8 \cdot 10^1 = 28 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$

A) Faux B) Vrai C) Faux D) Faux E) Faux

QCM15 : Réponses B, C, D

A) Faux : La puissance moyenne transportée est proportionnelle au produit de l'impédance par le carré de l'amplitude

B) Vrai : On a $\frac{P_t}{P_i} = \frac{4Z_1 Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2} = \frac{4Z_1 \cdot 2Z_1}{(Z_1 + 2Z_1)^2} = \frac{8Z_1^2}{9Z_1^2} = \frac{8}{9}$ donc la puissance transmise emporte huit neuvièmes de la puissance incidente

C) Vrai : D'après la formule de conservation de la puissance $P_i = P_t + P_r$ d'où $P_r = P_i - \frac{8}{9} P_t = \frac{1}{9} P_i$ donc la puissance réfléchie emporte un neuvième de la puissance incidente

D) Vrai : cf. cours

E) Faux

QCM16 : Réponse B

La fréquence fondamentale vaut $\nu_1 = 101 - 100 = 1 \text{ Hz}$. Comme $\nu_1 = \frac{c}{2L}$, on trouve $c = 2L\nu_1 = 2 \cdot 1 \cdot 1 = 2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

A) Faux B) Vrai C) Faux D) Faux E) Faux

QCM17 : Réponses A, B, C

A) Vrai : cf. cours

B) Vrai : cf. cours

C) Vrai : cf. cours

D) Faux : Ce sont des micro-ondes et correspondent à des longueurs d'onde de 1 mm à 10 mm

E) Faux

QCM18 : Réponses A, B, C, D

A) Vrai : Un proton est chargé positivement, donc son moment magnétique sera non nul en orbite circulaire

B) Vrai : On a $\mu = IA = I\pi r^2$ puisque A est la surface de la boucle

C) Vrai : En effet, le moment magnétique de l'électron vaut $\mu = \frac{e}{2m_e} L$. Comme $L = n\hbar$ selon l'hypothèse de Bohr (quantique ☺), on a $\mu = \frac{en\hbar}{2m_e} = n\mu_e$

D) Vrai : En effet, on a un couple $\vec{\Gamma} = \vec{\mu} \wedge \vec{B}$ de valeur $\Gamma = \mu B \sin \theta$. Pour diminuer le couple, il faut réduire l'angle θ , donc le couple tend à aligner le moment magnétique et le champ magnétique

E) Faux

QCM19 : Réponses A, B, C

A) Vrai : cf. cours

B) Vrai : cf. cours

C) Vrai : En effet, $\vec{\mu}_S = -\frac{ge\hbar}{2m_e} \vec{S}$ donc le spin et le moment magnétique de spin sont de sens opposés

D) Faux : En effet, $\vec{\mu}_S = \frac{gp\hbar}{2m_p} \vec{S}$ donc le spin et le moment magnétique de spin sont de même sens

E) Faux

QCM20 : Réponses A, C, D

A) Vrai : cf. cours

B) Faux : La vitesse angulaire du mouvement de précession vaut $\omega_0 = \gamma B_0$, aucune histoire d'angle ici

C) Vrai : cf. cours

D) Vrai : cf. cours

E) Faux

QCM21 : Réponses A

A) Vrai : En effet, $\omega_0 = \gamma B_0 = 2\pi\nu_0$

- B) Faux : La fréquence de rotation doit être égale à la fréquence de Larmor, donc la vitesse angulaire doit être de $\omega_0 = \gamma B_0$
- C) Faux : C'est la composante perpendiculaire à \vec{B}_0 appelée M_\perp qui diminue en décrivant une spirale, la composante M_\parallel augmente jusqu'à la valeur de l'aimantation initiale M
- D) Faux : Cette histoire d'émission laser est un pur délire, la population de noyaux d'état d'énergie élevée va augmenter en raison de l'absorption d'énergie correspondant exactement à la différence entre deux états d'énergie $\Delta E = h\nu_0$
- E) Faux

QCM22 : Réponses B, D

- A) Faux : Cela correspond au ré-alignement de \vec{M} le long de \vec{B}_0
- B) Vrai : Au bout de T_1 , $M_\parallel = e^{-1} M_\parallel^{(0)} \approx 0,63 M_\parallel^{(0)}$
- C) Faux : Au cours de la relaxation la composante perpendiculaire à \vec{B}_0 diminue
- D) Vrai : Maintenant c'est à vous de jouer et de tout défoncer au concours ! ☺
- E) Faux