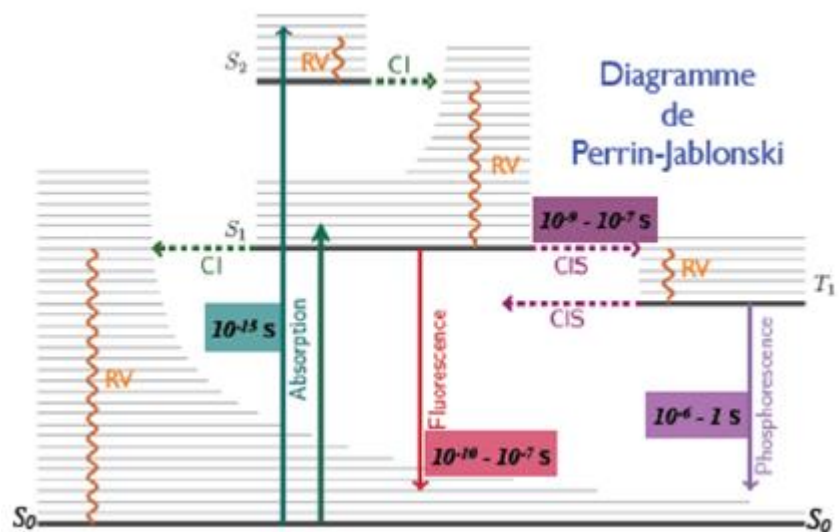


ANNATUT'

# PHYSIQUE

## UE3a

[Année 2015-2016]



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

# SOMMAIRE

## 1. MECANIQUE NEWTONNIENNE, FORCES DE FROTTEMENT, DYNAMIQUE DE ROTATION ...3

Correction : MECANIQUE NEWTONNIENNE, FORCES DE FROTTEMENT, DYNAMIQUE DE ROTATION ..... 7

## 2. ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE, CONDUCTION ELECTRIQUE, OSCILLATEURS, CHARGES ELECTRIQUES AU REPOS, FORMALISME DU POTENTIEL ..... 10

Correction : ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE, CONDUCTION ELECTRIQUE, OSCILLATEURS, CHARGES ELECTRIQUES AU REPOS, FORMALISME DU POTENTIEL ..... 13

## 3. NOTIONS DE PHYSIQUE QUANTIQUE ..... 16

Correction : NOTIONS DE PHYSIQUE QUANTIQUE ..... 19

## 4. DOMAINE DE L'OPTIQUE, FONDEMENTS DE L'OPTIQUE GEOMETRIQUE, DIOPTRES ET LENTILLES, ŒIL ET VISION, SYSTEMES OPTIQUES SIMPLES ..... 22

Correction : DOMAINE DE L'OPTIQUE, FONDEMENTS DE L'OPTIQUE GEOMETRIQUE, DIOPTRES ET LENTILLES, ŒIL ET VISION, SYSTEMES OPTIQUES SIMPLES ..... 24

## 5. INTERFERENCES, DIFFRACTION, POUVOIR DE RESOLUTION OPTIQUE ..... 26

Correction : INTERFERENCES, DIFFRACTION, POUVOIR DE RESOLUTION OPTIQUE ..... 27

## 6. EMISSION DE LA LUMIERE PAR LA MATIERE..... 28

Correction : EMISSION DE LA LUMIERE PAR LA MATIERE..... 30

## 7. LUMIERE ET COULEURS, PHOTOMETRIE..... 32

Correction : LUMIERE ET COULEURS, PHOTOMETRIE..... 34

## 8. BASES SUR LES ONDES, RADIOFREQUENCES, MAGNETISME, PRINCIPE DE LA RMN ..... 36

Correction : BASES SUR LES ONDES, RADIOFREQUENCES, MAGNETISME, PRINCIPE DE LA RMN ..... 39

## 9. OPTIQUE MEDICALE..... 41

Correction : OPTIQUE MEDICALE ..... 43

# 1. MECANIQUE NEWTONNIENNE, FORCES DE FROTTEMENT, DYNAMIQUE DE ROTATION

2014 – 2015 (Pr. Sepulchre)

## QCM 1 : À propos de la force d'attraction gravitationnelle :

- A) C'est une force d'attraction entre 2 masses dont l'intensité est inversement proportionnel au carré de la distance qui les sépare
- B) Elle est caractérisée par une constante de gravitation  $G$  qui est extrêmement petite
- C) Cette force devient répulsive lorsque deux charges électriques de même signe interagissent
- D) C'est elle qui est à l'origine de la notion de pesanteur
- E) Aucune des réponses n'est correcte

## QCM 2 : Une masse $m_1$ et une masse $m_2$ tels que $m_1 > m_2$ , assimilables à des points matériels, sont lâchées sans vitesse initiale à une hauteur $h$ du sol, dans une région où le champ de pesanteur est considéré constant. On considère aussi les forces de frottement de l'air comme étant négligeables.

- A)  $m_1$  atteint le sol en premier
- B)  $m_2$  atteint le sol en premier
- C) Les deux masses atteignent le sol simultanément
- D) La force de pesanteur qui s'exerce sur les deux masses est une force dite conservative
- E) Aucune des réponses n'est correcte

## QCM 3 : Dans un référentiel $R$ donné, le vecteur accélération d'un point $M$ est la dérivée de son vecteur vitesse par rapport au temps. Son accélération se décompose comme la somme vectorielle de $a_T(t)$ la composante tangentielle et de $a_N(t)$ la composante normale.

- A)  $a_T(t)$  la composante tangentielle est colinéaire à  $v(t)$
- B)  $a_N(t)$  la composante normale est perpendiculaire à  $v(t)$
- C) Si la trajectoire est courbe  $a_N(t)$  est dirigé vers l'intérieur
- D) Si le mouvement est rectiligne  $a_N(t) = 0$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

## QCM 4 : Une bille de métal de masse 1 kg et une boule de liège de masse 500 g situées toutes deux à 200 m d'altitude chutent en ligne droite vers le sol terrestre en partant avec une vitesse initiale nulle. L'accélération de pesanteur $g$ est fixée à $10 \text{ m.s}^{-2}$ . On considérera les forces de frottement de l'air comme étant négligeables.

- A) L'accélération de la bille de métal et de la boule de liège est identique et ne dépend en aucun cas de leur masse
- B) Le travail de la force de pesanteur sur la bille de métal est égal à 500 J
- C) Le travail de la force de pesanteur sur la bille est égal à 2000 J
- D) Le travail de la force de pesanteur sur la boule de liège est égal à 1000 J
- E) Aucune des réponses n'est correcte

## QCM 5 : Soit une roue pleine et une roue creuse chacune de rayon $r = 2 \text{ m}$ et de masse $m = 2 \text{ kg}$ :

- A) Le moment d'inertie  $I$  de la roue creuse, plus élevé que celui de la roue pleine, est égal à  $8 \text{ kg.m}^2$
- B) Le moment d'inertie  $I$  de la roue pleine, plus faible que celui de la roue creuse, est égal à  $4 \text{ kg.m}^2$
- C) Le moment d'inertie  $I$  de la roue creuse, plus faible que celui de la roue pleine, est égal à  $4 \text{ kg.m}^2$
- D) Le moment d'inertie  $I$  de la roue pleine, plus élevé que celui de la roue creuse, est égal à  $8 \text{ kg.m}^2$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

## QCM 6 : Soit un caillou de 2 kg lancé d'une falaise par votre tuteur d'histologie lors d'une Via Ferrata (vitesse initiale non nulle, trajectoire parabolique) :

- A) Le vecteur vitesse associé à la trajectoire du caillou est toujours tangent à la trajectoire du caillou
- B) Le vecteur accélération associé à la trajectoire du caillou est toujours tangent à la trajectoire du caillou
- C) Le vecteur accélération est dirigé vers l'intérieur de la trajectoire du caillou
- D) Le vecteur accélération est la dérivée du vecteur vitesse
- E) Aucune des réponses n'est correcte

## QCM 7 : Dans un mouvement circulaire uniforme :

- A) La vitesse est proportionnelle à la vitesse angulaire
- B) L'accélération varie avec la vitesse
- C) L'accélération est proportionnelle à la vitesse au cube
- D) Lorsque le rayon du cercle augmente, l'accélération augmente aussi
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 8 : Parlons dynamique, donnez la ou les proposition(s) juste(s) :**

- A) Le centre d'inertie est toujours au centre de l'objet
- B) La quantité de mouvement est constante si et seulement si la somme des forces internes est nulle
- C) Lorsque la masse est constante la deuxième loi de Newton peut s'écrire  $m\vec{a} = \vec{F}_{\text{tot}}$
- D) La troisième loi de Newton correspond au principe d'action-réaction
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 9 : Tout sur le produit vectoriel, soit  $\vec{a} \wedge \vec{b} = \vec{c}$  :**

- A)  $\vec{c}$  appartient au plan formé par les vecteurs  $\vec{a}$  et  $\vec{b}$
- B) Plus l'angle formé par les vecteurs  $\vec{a}$  et  $\vec{b}$  est grand (en restant entre 0 et 90°), plus la norme du vecteur  $\vec{c}$  augmente
- C)  $\vec{a} \wedge \vec{b} = \vec{b} \wedge \vec{a}$
- D) La norme du vecteur  $\vec{c}$  est égale à  $a.b.\cos \theta$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 10 : A propos du travail d'une force :**

- A) Seule la force de Coulomb est dite conservative car elle ne dépend pas de la masse de l'objet étudié
- B) Les forces de frottements sont des forces dites dissipatives
- C) Le travail de la force de pesanteur ne dépend pas du chemin suivi mais des points de départ et d'arrivée, tout comme le travail de la force de rappel d'un ressort
- D) Le travail d'une force  $W_{AB}$  est dit moteur s'il est négatif
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 11 : La Terre exerce une force d'attraction sur la Lune lui faisant décrire une trajectoire autour de notre planète que l'on considérera uniforme circulaire. On peut affirmer que :**

- A) Le vecteur vitesse est tangent à la trajectoire de la Lune au point qu'il occupe à l'instant  $t$
- B) Le vecteur accélération  $\vec{a}(t)$  est dirigé vers l'extérieur de la trajectoire lunaire
- C) La composante tangentielle de l'accélération ( $t$ ) est nulle
- D) La composante normale de l'accélération ( $t$ ) est nulle
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 12 : Une bille parfaitement sphérique de 100 g située à 125 m d'altitude chute en ligne droite vers le sol terrestre en partant avec une vitesse initiale nulle. La force de pesanteur  $g$  est fixée à  $10 \text{ m.s}^{-2}$ . On considérera les forces de frottement de l'air comme étant négligeables.**

- A) La bille atteindra le sol au bout de 5 secondes
- B) La bille atteindra le sol au bout de 6 secondes
- C) La bille atteindra le sol au bout de 8 secondes
- D) Une bille de masse plus lourde aurait atteint le sol plus rapidement car le travail de la pesanteur effectué sur la bille est égal au produit de la masse de la bille, de l'altitude de départ et de la force de pesanteur  $g$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 13 : Soit un cylindre plein et une roue pleine chacun de rayon  $r = 1 \text{ m}$  et de masse  $= 10 \text{ kg}$  :**

- A) Le moment d'inertie  $I$  de la roue pleine, identique à celui du cylindre plein, est égal à  $50 \text{ kg.m}^2$
- B) Le moment d'inertie  $I$  du cylindre plein, supérieur à celui de la roue pleine, est égal à  $100 \text{ kg.m}^2$
- C) Le moment d'inertie  $I$  du cylindre plein, inférieur à celui de la roue pleine, est égal à  $5 \text{ kg.m}^2$
- D) Le moment d'inertie  $I$  de la roue pleine, identique à celui du cylindre plein, est égale à  $10 \text{ kg.m}^2$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 14 : Grâce à la loi de Coulomb il est possible de rendre compte de la force de l'interaction électrique entre des particules chargées. Identifiez la ou les proposition(s) exacte(s) :**

- A) D'après cette loi, l'intensité de la force électrostatique entre deux charges électriques est proportionnelle au produit des deux charges et est inversement proportionnelle au carré de la distance entre les deux charges
- B) Pour une distribution de charges donnée, la force (électrique) de Coulomb est additive
- C) Un champ électrique créé par une distribution plane de charges est perpendiculaire à ce plan
- D) Dans le cas de 2 plans parallèles chargés uniformément positivement pour l'un et négativement pour l'autre les champs électriques s'annulent à l'extérieur de ceux-ci
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 15** : Io est un satellite naturel de Jupiter d'une masse de  $10^{23}$  kg et de rayon 2000 km. On donne  $G$  la constante d'attraction gravitationnelle égal à  $6,7 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{s}^{-2}$ . Calculer approximativement la force de pesanteur  $g$  à sa surface (en  $\text{m.s}^{-2}$ ) :

- A) 0,4                      B) 1,7                      C) 2,6                      D) 4,5                      E) 6,8

**QCM 16** : A propos de la dynamique du centre d'inertie de points matériels :

- A) La première loi de Newton (ou principe d'inertie de Galilée) stipule que, dans un référentiel galiléen, la quantité de mouvement est constante si et seulement si la somme des forces extérieures est nulle  
B) Selon la deuxième loi de Newton (ou principe fondamental de la dynamique),  $\vec{P} = \vec{F}_{\text{tot}}$  dans un référentiel galiléen  
C) Si  $\vec{F}_{A/B}$  est la force qu'un corps A exerce sur un corps B on a toujours  $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$   
D) Dans le calcul de  $\vec{F}_{\text{tot}}$  (deuxième loi de Newton) on prend en compte les forces internes s'exerçant entre les particules d'un système donné  
E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 17** : Après un KFC, Matthieu se questionne sur son pouvoir d'attraction. Il décide alors de calculer la force gravitationnelle qu'il exerce sur son amie Nadia lorsqu'ils se situent à 5 m de distance l'un de l'autre :

Données :  $m_{\text{Matthieu}} = 75 \text{ kg}$  ;  $m_{\text{Nadia}} = 50 \text{ kg}$  ;  $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

- A)  $5025 \cdot 10^{-11} \text{ N}$               B)  $1005 \cdot 10^{-11} \text{ N}$               C)  $-3050 \cdot 10^{-8} \text{ N}$               D)  $-5025 \cdot 10^{-11} \text{ kN}$               E)  $288 \cdot 10^5 \text{ N}$

**QCM 18** : Soit une roue pleine et une roue creuse chacune de rayon  $r = 25 \text{ cm}$  et de masse  $m = 2 \text{ kg}$  :

- A) Il est plus difficile de faire tourner la roue pleine car son moment d'inertie est plus élevé  
B) Le moment d'inertie de la roue creuse est égal à  $I = 625 \text{ kg.cm}^2$   
C) Le moment d'inertie de la roue pleine est égal à  $I = 312,5 \text{ kg.cm}^2$   
D) Le moment d'inertie de la roue pleine est de même valeur que le moment d'inertie d'un cylindre de rayon et de masse identique à celle-ci  
E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 19** : On considère 2 plaques (infinies) de charges opposées. Selon cette distribution de charges :

- A) Le champ électrique à l'extérieur de ces deux plaques est nul  
B) Le champ électrique à l'extérieur de ces deux plaques vaut  $\sigma / \epsilon_0$   
C) Le champ électrique à l'intérieur de ces deux plaques vaut  $\sigma / 2\epsilon_0$   
D) Le champ électrique à l'intérieur de ces deux plaques est nul  
E) Aucune des réponses n'est correcte



**QCM 20** : Soit une pomme lâchée avec une vitesse initiale nulle, puis qui tombe verticalement.

On considère les forces de frottements avec l'air comme négligeables. Quelle est la distance parcourue par la pomme 2 secondes après que la pomme soit lâchée ? On utilisera  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

- A) 2 m                      B) 4 m                      C) 10 m                      D) 15 m                      E) 20 m

**QCM 21 : Cinématique newtonienne de la trajectoire d'une fusée Ariane :**

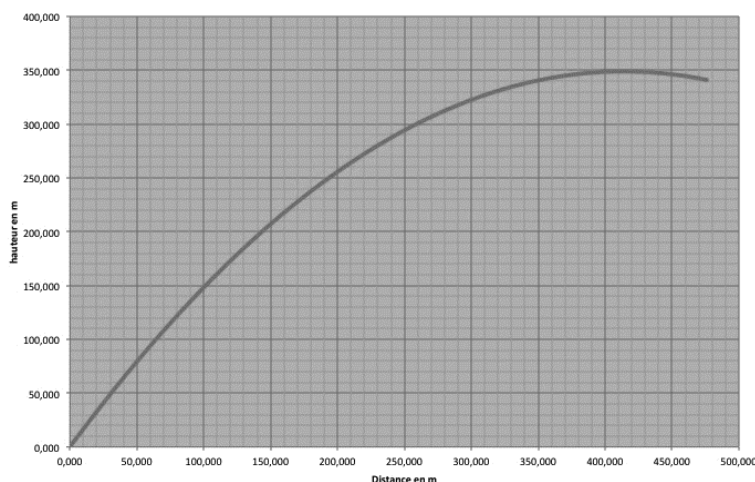
Lancée du centre spatial guyanais près de la ville de Kourou, une fusée Ariane 5 a mis en orbite 2 satellites de télécommunications, ARSAT-1 et Intelsat 30. C'est le 62e succès d'affilée pour le lanceur européen.

D'une masse d'environ 6 tonnes, ARSAT-1 fournira des services de télécommunications en Argentine.

Quant à Intelsat 30, d'une masse d'environ 4 tonnes, il fournira à ce pays et à ses voisins un large éventail de services, dont télévision directe, accès internet et téléphonie.

Au lancement on estime que la fusée pèse 750 tonnes, charges utiles (ARSAT-1 & Intelsat 30) et carburant inclus.

Dès le décollage, chacun des deux propulseurs de la fusée consomme 2 tonnes de carburant par seconde pendant un peu plus de 2 minutes.



Selon la courbe représentative de la trajectoire de la fusée à partir du sol ci-dessus, on peut dire que :

- A) Le vecteur vitesse associé à la trajectoire de la fusée est toujours tangent à cette trajectoire
- B) Le vecteur accélération est dirigé vers l'intérieur de la trajectoire de la fusée
- C) La composante normale de l'accélération est nulle tout le long du mouvement
- D) Le vecteur accélération associé à la trajectoire de la fusée est toujours tangent à cette trajectoire
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 22 : Suite du QCM 1. Deux minutes après le décollage, la vitesse de la fusée est de 2000 m/s. Quelle est approximativement son énergie cinétique en joules (J) à ce moment-là ? On prendra en compte les pertes liées à la consommation du carburant dans le calcul de la masse.**

- A)  $1,5 \times 10^9$
- B)  $3,6 \times 10^{11}$
- C)  $5,4 \times 10^{11}$
- D)  $1,0 \times 10^{12}$
- E)  $1,5 \times 10^{12}$

**QCM 23 : Dynamique de rotation :**

En microbiologie, on est amené à utiliser des centrifugeuses pour séparer les différents constituants cellulaires. Schématiquement, on supposera qu'il s'agit d'un tube fixé par un bras de 10 cm à un axe vertical ayant une vitesse angulaire de 4000 rad/s.

En considérant le tube comme une masse ponctuelle de 200 grammes, quel est son moment d'angulaire J par rapport à l'axe de rotation (en kg.m<sup>2</sup>/s) ?

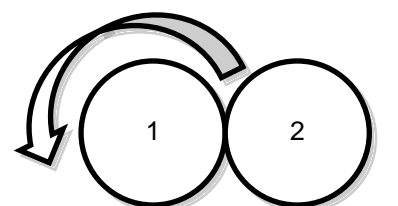
- A)  $2 \times 10^{-3}$
- B)  $4 \times 10^{-3}$
- C)  $6 \times 10^{-1}$
- D) 8
- E)  $20 \times 10^2$

**QCM 24 : (QCM rédigé par le Pr. Sepulchre) Une énergie d'un joule correspond à (avec  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ) :**

- A) L'énergie acquise par une masse de 100 g qui tombe de 1 m de hauteur en partant au repos.
- B) Un boulet de 2 kg qui se déplace à la vitesse  $1 \text{ m.s}^{-1}$
- C) L'énergie nécessaire pour étirer un ressort initialement au repos, de 1 cm lorsque sa constante de raideur est de  $2 \cdot 10^4 \text{ N.m}^{-1}$
- D) L'énergie nécessaire pour déplacer 1 électron entre les bornes positive et négative d'une pile de 1 V
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 25 : (QCM rédigé par le Pr. Sepulchre) On considère deux cylindres en rotation. Le premier cylindre est tangent au second et entraîne ce dernier sans glissement dans sa rotation (cf. figure ci-dessous). Chaque cylindre a un rayon de 2 m, une hauteur de 50 cm et une masse de 4 kg. La vitesse angulaire du cylindre n°1 est de  $0,5 \text{ rad.s}^{-1}$ .**

- A) La vitesse angulaire du cylindre n°2 est, en valeur absolue,  $0,5 \text{ rad.s}^{-1}$
- B) Le moment angulaire du cylindre n°1 égale  $8 \text{ kg.m}^2\text{s}^{-1}$
- C) Le moment angulaire du cylindre n°1 égale  $4 \text{ kg.m}^2\text{s}^{-1}$
- D) Le moment angulaire total de ce système de deux cylindres égale  $8 \text{ kg.m}^2\text{s}^{-1}$
- E) Aucune des réponses n'est correcte



**Correction : MECANIQUE NEWTONNIENNE, FORCES DE FROTTEMENT, DYNAMIQUE DE ROTATION****2014 – 2015****QCM 1 : ABD**

- A) Vrai  
B) Vrai  
C) Faux : La force d'attraction gravitationnelle est toujours attractive, c'est la force électrique de Coulomb qui devient répulsive en présence de deux particules chargées de même signe  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 2 : CD**

- A) Faux  
B) Faux  
C) Vrai : La vitesse de chute est indépendante des masses respectives en l'absence de frottements, donc les deux masses atteignent le sol en même temps  
D) Vrai : Car le travail de la force de pesanteur ne dépend pas du chemin suivi mais des points de départ et d'arrivée  
E) Faux

**QCM 3 : ABCD****QCM 4 : ACD**

- A) Vrai : Elle dépend uniquement de la force gravitationnelle exercée, en l'absence de frottements  
B) Faux : Voir C  
C) Vrai :  $W_{AB} = mgh = 1 \times 10 \times 200 = \mathbf{2000 \text{ J}}$   
D) Vrai :  $W_{AB} = mgh = 0,5 \times 10 \times 200 = \mathbf{1000 \text{ J}}$   
E) Faux

**QCM 5 : AB**

- A) Vrai : Le moment d'inertie d'une roue creuse est  $I = mr^2$  donc  $I = 2 \times 2^2 = \mathbf{8 \text{ kg.m}^2}$   
B) Vrai : Le moment d'inertie d'une roue pleine est  $I = mr^2/2$  donc  $I = 2^2 = \mathbf{4 \text{ kg.m}^2}$   
C) Faux  
D) Faux  
E) Faux

**QCM 6 : ACD**

- A) Vrai  
B) Faux : Il n'est pas forcément tangentiel à la trajectoire  
C) Vrai  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 7 : AB**

$$\|\vec{a}(t)\| = a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r} \text{ et } \omega = \frac{v}{r}$$

- A) Vrai  
B) Vrai  
C) Faux  
D) Faux : L'accélération diminue.  
E) Faux

**QCM 8 : CD**

- A) Faux : Le centre d'inertie est régi tel que  $\vec{x}_G = \frac{1}{m} \sum_i m_i \vec{OM}_i$  (avec  $m = \sum_i m_i$ )  
B) Faux : La quantité de mouvement est constante, si et seulement si, la somme des forces extérieures est nulle  
C) Vrai  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 9 : B**

- A) Faux : Il est perpendiculaire au plan  
 B) Vrai  
 C) Faux : Le produit vectoriel est anti-symétrique  
 D) Faux : La norme du vecteur  $\vec{c}$  est égale à  $a.b.\sin(\theta)$   
 E) Faux

**QCM 10 : BC**

- A) Faux : Les forces de Coulomb, de pesanteur et de rappel d'un ressort sont toutes 3 des forces dites conservatives car le travail de ces forces ne dépendent pas du chemin suivi mais des points de départ et d'arrivée  
 B) Vrai : Toutes les forces de frottements sont dites dissipatives car le travail de ces forces dépend du chemin effectué :  
 plus le chemin parcouru sera important plus le système perdra de l'énergie par échauffement  
 C) Vrai  
 D) Faux : Le travail d'une force  $W_{AB}$  est dit moteur s'il est positif ( $W_{AB} > 0$ ) ou résistant s'il est négatif  $W_{AB} < 0$   
 E) Faux

**QCM 11 : AC**

- A) Vrai : Le vecteur vitesse est toujours tangent à la trajectoire quelle qu'elle soit qu'il occupe à l'instant  $t$   
 B) Faux : Le vecteur accélération est dirigé vers l'intérieur de la trajectoire  
 C) Vrai : C'est bien le cas pour un mouvement circulaire uniforme  
 D) Faux  
 E) Faux

**QCM 12 : A**

- A) Vrai : Soit  $z(t)$  l'altitude au cours du temps. On note  $h$  l'altitude départ,  $a$  l'accélération (constante) induite par la force de pesanteur terrestre,  $t$  le temps écoulé depuis le début de la chute et  $v_0$  la vitesse initiale. On sait que  $z(t) = h + v_0 t - at^2/2$ . On cherche le temps écoulé jusqu'à ce que la bille atteigne le sol donc  $z(t) = 0$  et il est dit que la vitesse initiale  $v_0$  est nulle.  $z(t) = h + v_0 t - at^2/2 \Leftrightarrow 0 = 125 + 0t - 10t^2/2 \Leftrightarrow t^2 = 25$  d'où  $t = 5$  s  
 B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux : La bille n'aurait pas atteint le sol plus rapidement car ici sa vitesse dépend uniquement de l'attraction gravitationnelle en l'absence frottement  
 E) Faux

**QCM 13 : E**

Application directe du cours avec une formule très simple à retenir. Pour un cylindre plein comme pour roue pleine le moment d'inertie est donné par  $I = mr^2/2 = 10 \times 1^2/2 = 5 \text{ kg.m}^2$

**QCM 14 : ABCD****QCM 15 : B**

C'est une application directe. Il faut veiller à bien convertir le rayon en mètre

$$g = G \times \frac{m_{Io}}{R_{Io}^2} = 6,7 \times 10^{-11} \times \frac{10^{23}}{(2 \times 10^6)^2} = 6,7 \times \frac{10^{12}}{4 \times 10^{12}} \cong 1,7 \text{ m.s}^{-2}$$

**QCM 16 : AC**

Il est essentiel de connaître ces 3 lois de Newton qui sont des rappels de terminal

- A) Vrai : D'où  $\frac{d\vec{P}}{dt} = 0 \Leftrightarrow \vec{F}_{\text{tot}} = 0$ .  
 B) Faux :  $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}_{\text{tot}}$  dans un référentiel galiléen  
 C) Vrai : C'est la troisième loi de Newton (ou principe d'action-réaction)  
 D) Faux : Dans la deuxième loi de Newton calculer  $\vec{F}_{\text{tot}}$  consiste à établir le bilan des forces extérieures  $\sum \vec{F}_{\text{ext}}$ . Les forces internes ne sont donc pas prises en compte dans ce bilan  
 E) Faux

**QCM 17 : B**

Il s'agit ici d'une application directe de la formule de la force gravitationnelle

$$F = G \times \frac{m_M \times m_N}{d^2} = 6,7 \cdot 10^{-11} \times \frac{75 \times 50}{25} = 6,7 \cdot 10^{-11} \times 150 = 1005 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$



**QCM 18 : D**

- A) Faux : Il est plus difficile de faire tourner la roue creuse car son moment d'inertie  $I = mr^2$  est plus élevé que le moment d'inertie de la roue pleine  $I = 1/2mr^2$
- B) Faux : Le moment d'inertie de la roue creuse est égal à  $I = mr^2 = 2 \times 25^2 = 1250 \text{ kg.cm}^2$
- C) Faux : Le moment d'inertie de la roue pleine est égal à  $I = 1/2mr^2 = 25^2 = 625 \text{ kg.cm}^2$
- D) Vrai : Le moment d'inertie d'un cylindre vaut  $I = 1/2mr^2$  comme celui de la roue pleine
- E) Faux

**QCM 19 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : Il est nul
- C) Faux :  $E = \sigma / \epsilon_0$  à l'intérieur des deux plaques dans ce type de distribution de charges
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 20 : E**

La pomme est seulement soumise à son poids :  $m\vec{a} = m\vec{g} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g} \Leftrightarrow \|\vec{a}\| = \|\vec{g}\|$

$$z(t) = h + v_{0z}t - \frac{at^2}{2} \Leftrightarrow z(2) = -\frac{10 \times 2^2}{2} = -20 \text{ m, donc au bout de 2 secondes la pomme a parcourue 20 m}$$

**QCM 21 : AB****QCM 22 : C**

Dès le décollage, chacun des deux propulseurs de la fusée consomme 2 tonnes de carburant par seconde pendant environ 2 minutes. Ainsi, après 120 secondes (2 minutes), il y a  $120 \times 2 \times 2 = 480$  tonnes de carburant qui ont été consommés. La masse de la fusée deux minutes après le décollage est donc de  $750 - 480 = 270 \text{ T} = 270 \times 10^3 \text{ kg}$ . Ensuite, il s'agissait simplement de calculer l'énergie cinétique de la fusée :

$$E_c = 1/2mv^2 = 1/2 \times 270 \times 10^3 \times 2000^2 = 5,4 \times 10^{11} \text{ J}$$

**QCM 23 : D**

Pour une masse ponctuelle le moment d'inertie est donné par  $I = mr^2 = 0,2 \times 0,1^2 = 2 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^2$

Le moment angulaire  $J$  vaut donc  $I \times \omega = 2 \times 10^{-3} \times 4000 = 8 \text{ kg.m}^2/\text{s}$

**QCM 24 : ABC**

- A) Vrai :  $E = mgh = 100 \cdot 10^{-3} \times 10 \times 1 = 1 \text{ J}$
- B) Vrai :  $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2 = 1 \text{ J}$
- C) Vrai :  $E = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 2 \cdot 10^4 \times (10^{-2})^2 = 1 \text{ J}$
- D) Faux :  $W_{AB} = V(A) - V(B) = 1 - 0 = 1 \text{ V} = 1 \text{ J.C}^{-1}$
- E) Faux

**QCM 25 : AC**

- A) Vrai
- B) Faux :  $I_{\text{cylindre}} = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times (2)^2 = 8 \text{ kg.m}^2 \Rightarrow J_1 = I\omega_1 = 8 \times \frac{1}{2} = 4 \text{ kg.m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
- C) Vrai : cf. B
- D) Faux :  $\omega_1 = -\omega_2 \Rightarrow J_1 = -J_2 \Rightarrow J_1 + J_2 = 0$
- E) Faux

## 2. ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE, CONDUCTION ELECTRIQUE, OSCILLATEURS, CHARGES ELECTRIQUES AU REPOS, FORMALISME DU POTENTIEL

2014 – 2015 (Pr. Sepulchre)

**QCM 1 :** Parmi les molécules suivantes, donnez celle(s) qui présente(nt) un moment dipolaire permanent :

- A) Le dihydrogène  $H_2$
- B) L'atome d'hélium He
- C) L'eau  $H_2O$
- D) L'acide chlorhydrique HCl
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 2 :** Soit deux résistances électriques  $R_1 = 10 \Omega$  et  $R_2 = 45 \Omega$  placées en série dans un circuit électrique. D'après la loi des mailles, quelle est la résistance équivalente  $R_{eq}$  des deux résistances électriques  $R_1$  et  $R_2$  pour ce circuit (en  $\Omega$ ) ?

- A) 0,12
- B) 8,2
- C) 35
- D) 55
- E) 450

**QCM 3 :** À propos de la loi d'Ohm :

- A) La loi d'Ohm décrit un phénomène mécanique
- B) La loi d'Ohm nous dit qu'il faut apporter en permanence de l'énergie pour maintenir un courant constant dans l'élément conducteur
- C) L'unité de la résistance électrique est le volt (V)
- D) La résistance électrique d'un fil conducteur est inversement proportionnelle à sa section
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 4 :** À propos des oscillateurs harmoniques :

- A) L'amplitude des oscillations est fixée par l'énergie du système
- B) Dans le cas d'un oscillateur harmonique amorti, l'amplitude des oscillations décroît de manière logarithmique
- C) Dans le cas d'un oscillateur harmonique amorti, plus facteur de qualité est grand, plus l'amortissement est faible
- D) Lorsque l'amortissement est très faible, on dit que l'oscillateur est un résonateur
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 5 :** À propos de la conduction électrique :

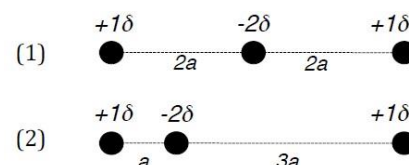
- A) La loi des nœuds dit que la somme algébrique des courants qui arrivent sur un nœud du réseau s'annule
- B) La loi des mailles dit que la somme algébrique des tensions le long d'un circuit fermé s'annule
- C) Les isolants sont des matériaux diélectriques
- D) Un matériau est dit conducteur lorsqu'il possède des charges libres, et qu'il peut se laisser traverser par un courant
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 6 :** A propos du potentiel électrique membranaire :

- A) On observe une différence de potentiel entre deux points situés au sein du milieu cellulaire
- B) La différence de potentiel transmembranaire est due à l'action conjuguée des pompes sodium-potassium et de la fuite d'ions  $K^+$  à travers les canaux potassium de la membrane cellulaire
- C) Le côté cytoplasmique de la membrane est négatif par rapport au côté extracellulaire
- D) L'ouverture des canaux sodium de la membrane d'un neurone permet sa repolarisation
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 7 :** On considère deux molécules tri-atomiques linéaires ayant des distributions inhomogènes de charges électriques sur leurs trois atomes, comme décrit respectivement sur les schémas (1) et (2) :

- A) La molécule (1) est polaire
- B) La molécule (2) est polaire
- C) La molécule (1) pourrait être une molécule de dihydrogène  $H_2$
- D) La molécule (2) pourrait être une molécule d'eau  $H_2O$
- E) Aucune des réponses n'est correcte



**QCM 8 :** Soit deux résistances électriques  $R_1 = 100 \Omega$  et  $R_2 = 200 \Omega$  placées en parallèles dans un circuit électrique. D'après la loi des mailles, quelle est la résistance équivalente  $R_{eq}$  des deux résistances électriques  $R_1$  et  $R_2$  pour ce circuit (en  $\Omega$ ) ?

- A) 0,015
- B) 66,7
- C) 100
- D) 300
- E) 2000

**QCM 9 :** Une bille de masse  $m = 500 \text{ g}$  soumise au champ de pesanteur terrestre de valeur  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$  possède le pouvoir de se déplacer sans frottement d'un point A à un autre point quelconque C en suivant deux trajets différents :

Trajet 1 : La bille suit trajet vertical AB de longueur  $x$  puis le trajet horizontal BC de longueur  $y$ .

Trajet 2 : La bille suit le segment AC de longueur  $z$ .

On désigne par  $W_1$  et  $W_2$  le travail du poids dans chacun des deux cas. On peut dire que :

- A)  $W_1 = W_2$
- B)  $W_1 > W_2$
- C)  $W_2 > W_1$
- D) Le travail de la force de pesanteur dépend de la masse de la bille
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 10 :** Alors qu'elle arrose les plantes de son balcon, Huguette laisse malencontreusement tomber un pot de géranium du haut du 4<sup>e</sup> étage. On considérera que le pot fait une chute libre (uniquement soumis à son poids) dans un champ de pesanteur uniforme.

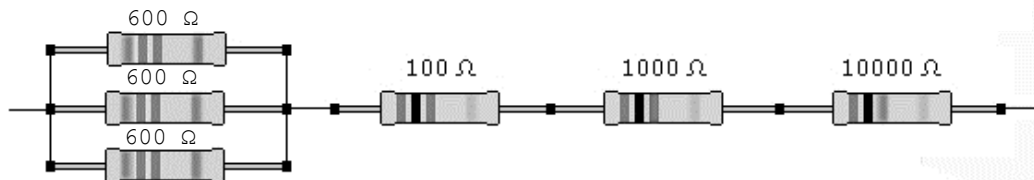
- A) Le pot est soumis à une force constante
- B) Son accélération est d'autant plus grande que sa masse est grande
- C) L'énergie cinétique reste inchangée au cours de la chute
- D) L'énergie mécanique reste inchangée au cours de la chute
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 11 :** Au sein d'un oscillateur harmonique, les oscillations périodiques sinusoïdales au cours du temps dites oscillations harmoniques s'écrivent :  $(t) = (\omega_0 t + \varphi)$

- A) A est l'amplitude des oscillations
- B)  $\omega_0$  est appelé la pulsation propre de l'oscillateur
- C) La pulsation de cet oscillateur ne varie pas avec A
- D)  $\varphi$  est la phase
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 12 :** Soit un circuit présentant 3 résistances électriques placées en parallèles ( $600 \Omega$  chacune) et 3 résistances électriques placées en séries ( $100$ ,  $1000$  et  $10\,000 \Omega$ ) respectivement disposées comme d'après le schéma ci-dessous. D'après la loi des mailles, quelle est la résistance équivalente  $R_{eq}$  de ces 6 résistances pour ce circuit (en  $\Omega$ ) ?

- A) 11 200
- B) 11 300
- C) 11 600
- D) 11 700
- E) 12 800



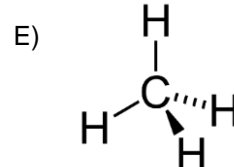
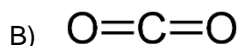
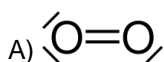
**QCM 13 :** A propos du potentiel électrique :

- A) On l'appelle aussi intensité du courant électrique
- B) L'unité du potentiel électrique est l'ampère (A)
- C) C'est le travail de la force électrique sur une charge unité lorsqu'elle se déplace d'un point B vers un point A
- D) Les cellules vivantes au repos présentent généralement un potentiel électrique positif par rapport au milieu extracellulaire
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 14 :** Les cellules vivantes possèdent naturellement une différence de potentiel transmembranaire de repos. La présence d'une différence de potentiel transmembranaire s'explique en partie par :

- A) La traversée sélective d'ions chargés via des transporteurs membranaires comme les pompes
- B) Les canaux sodium-potassium présents au niveau de la membrane
- C) Les protéines chargées négativement présentes dans le milieu cellulaire
- D) Les canaux potassium  $K^+$  présents au niveau de la membrane
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 15 :** Identifiez la ou les molécule(s) polaire(s) parmi les molécules suivantes (représentation de Cram) :



**QCM 16 : La plupart du temps, les matériaux se répartissent en 2 groupes : les isolants et les conducteurs. Donnez les propositions vraies :**

- A) Les isolants sont sujets au phénomène de polarisation
- B) Les isolants se caractérisent par l'importance de leur nombre de charges libres
- C) Les conducteurs sont la plupart du temps des métaux
- D) Dans les matériaux conducteurs la loi d'Ohm décrit le phénomène général de déplacement des charges sous l'effet d'une différence de potentielle
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 17 : Soit un courant électrique qui traverse un élément conducteur AB de résistance  $R_{AB}$  :**

- A) La puissance électrique consommée dépend de la différence de potentiel entre A et B
- B) La résistance électrique du conducteur dépend notamment de sa longueur L et de sa section S
- C) La résistance électrique du conducteur ne dépend en aucun cas de la résistivité électrique  $\rho$  du matériau traversé
- D) Dans ce contexte, on parlera d'effet Joule avec la transformation de l'énergie électrique en énergie thermique
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 18 : Concernant l'oscillateur harmonique amorti :**

- A) Il est caractérisé par une équation de type :  $\frac{d^2x}{dt^2} = -\gamma \frac{dx}{dt} - \omega_0^2 x$
- B) Le terme  $\gamma$  a la dimension d'un temps
- C) L'amplitude des oscillations décroît de manière linéaire
- D) Plus l'amortissement est faible, plus le facteur de qualité de l'oscillateur sera important
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 19 : Soit un dipôle électrique constitué de deux charges respectivement de  $+1,6 \cdot 10^{-19}$  C et de  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  C, espacées d'une distance de  $10^{-10}$  m. On place ce dipôle dans un champ électrique de  $4 \text{ V.m}^{-1}$ . L'angle entre le moment dipolaire et le champ électrique est de  $30^\circ$ . Quel est la valeur du moment force qui s'applique sur le dipôle électrique ?**

Données :  $\cos(30) = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ,  $\sin(30) = 0,5$

- A)  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ N.m}$
- B)  $1,6 \cdot 10^{-29} \text{ N.m}$
- C)  $3,2 \cdot 10^{-19} \text{ N.m}$
- D)  $3,2 \cdot 10^{-29} \text{ N.m}$
- E)  $6,4 \cdot 10^{-29} \text{ N.m}$

**QCM 20 : (QCM rédigé par le Pr. Sepulchre) On considère deux éclairages électriques qui, branchés en parallèle, consomment chacun 50 W sous une tension nominale de 200 V :**

- A) La résistance électrique équivalente de chaque éclairage égale 800 Ohm

**Un bricoleur apprenti se trompe dans son installation et branche les deux éclairages en série sous une tension totale de 200 V :**

- B) La consommation électrique totale de l'installation des deux éclairages en série sera de 100 W
- C) La consommation électrique totale de l'installation des deux éclairages en série sera de 50 W
- D) La consommation électrique totale de l'installation des deux éclairages en série sera de 25 W
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 21 : (QCM rédigé par le Pr. Sepulchre) On considère le mouvement oscillant de la surface de l'eau dans un bassin de longueur L et de profondeur h. Sous certaines approximations on peut décrire ce mouvement par un oscillateur harmonique :  $\frac{d^2x}{dt^2} = -12 \frac{g h}{L^2} x$  où x est la variation de la position du centre de masse de l'eau dans le bassin par rapport à l'équilibre  $x = 0$ .**

**Dans le cadre de cette approximation déterminer parmi les valeurs proposées ci-dessous, celle qui prédit le mieux la période du mouvement de la surface de l'eau pour un bassin qui a les dimensions suivantes :  $L = 6 \text{ m}$  ;  $h = 3 \text{ m}$**

**Remarque : pour simplifier le calcul on utilisera l'approximation  $g \sim 9 \text{ m.s}^{-2}$  et  $\pi \sim 3$**

- A)  $T = 1/9 \text{ s}$
- B)  $T = 1/2 \text{ s}$
- C)  $T = 2 \text{ s}$
- D)  $T = 4 \text{ s}$
- E)  $T = 9 \text{ s}$

**QCM 22 : A propos des lois de Kirchhoff :**

- A) La loi des nœuds ou loi de conservation du courant stipule que la somme algébrique des courants qui arrivent sur un nœud du réseau s'annule
- B) La loi des mailles ou loi de conservation de l'énergie électrique stipule que la somme algébrique des tensions le long d'une maille (circuit fermé) du réseau s'annule
- C) La résistance équivalente de deux résistances en série est la somme de ces résistances
- D) L'inverse de la résistance équivalente pour deux résistances en parallèle est la somme des inverses de ces résistances
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**Correction : ETUDE DU DIPOLE ELECTRIQUE, CONDUCTION ELECTRIQUE, OSCILLATEURS, CHARGES ELECTRIQUES AU REPOS, FORMALISME DU POTENTIEL****2014 – 2015****QCM 1 : CD**

- A) Faux : C'est une molécule diatomique qui n'est pas polaire car la distribution des charges est symétrique  
B) Faux : Cet atome est complètement apolaire encore une fois car la distribution des charges est symétrique autour du noyau  
C) Vrai : La structure géométrique de la molécule n'est pas symétrique d'où le moment dipolaire permanent  
D) Vrai : On observe que le nuage électronique du H est légèrement déporté sur le Cl, on a donc là aussi un moment dipolaire permanent  
E) Faux

**QCM 2 : D**

Les résistances sont en séries, donc  $R_{eq} = R_1 + R_2 = 10 + 45 = 55 \Omega$

**QCM 3 : BD**

- A) Faux : Un phénomène électrique  
B) Vrai  
C) Faux : L'unité de la résistance électrique est le **ohm ( $\Omega$ )**  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 4 : ACD**

- A) Vrai  
B) Faux : L'amplitude des oscillations décroît de manière exponentielle  
C) Vrai  
D) Vrai  
E) Faux

**QCM 5 : ABCD****QCM 6 : BC**

- A) Faux : On observe une différence de potentiel par rapport à un point de référence extracellulaire !  
B) Vrai  
C) Vrai  
D) Faux : L'ouverture des canaux sodium fait entrer des charges positives au sein du milieu cellulaire négatif pour combler la différence de potentiel par rapport au milieu extracellulaire ce qui provoque une dépolarisation et non pas une repolarisation  
E) Faux

**QCM 7 : B**

- A) Faux : Le barycentre des charges positives coïncide avec la position de la charge négative  
B) Vrai  
C) Faux : On parle de molécules tri-atomiques  
D) Faux : La molécule d'eau  $H_2O$  n'est pas linéaire  
E) Faux

**QCM 8 : B**

Les résistances sont en parallèles, donc  $1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 = 1/100 + 1/200 = 3/200$  d'où en faisant l'inverse  $R_{eq} = 200/3 = 66,7 \Omega$

**QCM 9 : AD**

- A) Vrai : Car le travail du poids (ou travail de la force de pesanteur) ne dépend pas du chemin suivi mais des points de départ et d'arrivée  
B) Faux  
C) Faux  
D) Vrai : La masse intervient dans le calcul du travail exercé par la force de pesanteur  
E) Faux

**QCM 10 : AD**

- A) Vrai  
 B) Faux : L'accélération est égal au champ de pesanteur et est indépendante de la masse  
 C) Faux : L'énergie potentielle est convertie en énergie cinétique au cours de la chute, cette dernière croît donc  
 D) Vrai : En vertu de la loi de conservation de l'énergie mécanique, si les forces extérieures sont conservatives, l'énergie mécanique est conservée au cours du temps  
 E) Faux

**QCM 11 : ABCD****QCM 12 : D**

Il faut bien penser à convertir la vitesse en  $\text{m.s}^{-1}$

$$E_c = 1/2mv^2 = 1/2 \times 10^{14} \times (50 \times 10^3)^2 = 5 \times 10^{13} \times 2,5 \times 10^9 = 1,25 \times 10^{23} \text{ J}$$

**QCM 13 : B**

La résistance équivalente aux 3 résistances en parallèles qu'on note  $R_1$  vaut  $1/(\frac{1}{600} + \frac{1}{600} + \frac{1}{600}) = 1/(\frac{3}{600}) = 200 \Omega$

La résistance équivalente aux 3 résistances en série qu'on note  $R_2$  vaut  $100 + 1000 + 10\,000 = 11\,100 \Omega$

D'où la résistance équivalente aux 6 résistances égale à  $R_1 + R_2 = 11\,300 \Omega$  car  $R_1$  et  $R_2$  sont en série d'après la loi des mailles

**QCM 14 : AD**

- A) Vrai : On peut prendre comme exemple la pompe sodium-potassium  
 B) Faux : Ce sont des pompes sodium-potassium et non des canaux  
 C) Faux : Les protéines ne créent pas la différence de potentiel  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 15 : ABD****QCM 16 : D**

Pour les molécules A, B, C et E les vecteurs allant des charges partielles - aux charges partielles + s'annulent (si charges partielles il y a). La répartition des charges négatives et positives est donc symétrique : elles sont donc apolaires. En revanche, ce n'est pas le cas pour le monoxyde de carbone CO

**QCM 17 : ABD**

- A) Vrai :  $P = (U_A - U_B) \times I$   
 B) Vrai :  $R = (L/S) \times \rho$   
 C) Faux :  $R = (L/S) \times \rho$   
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 18 : AD**

- A) Vrai  
 B) Faux : Le terme  $\gamma$  a la dimension de l'inverse d'un temps, pensez à vérifier l'homogénéité de votre équation pour répondre à ce genre de question  
 C) Faux : L'amplitude des oscillations décroît de manière exponentielle  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 19 : D**

$$\vec{p} = 2aq\vec{u} = 10^{-10} \times 1,6 \cdot 10^{-19} \vec{u} = 1,6 \cdot 10^{-29} \vec{u}$$

$$\vec{\Gamma} = \vec{p} \wedge \vec{E} \Rightarrow \Gamma = p \cdot E \cdot \sin \theta = 1,6 \cdot 10^{-29} \times 4 \times 0,5 = 3,2 \cdot 10^{-29} \text{ N.m}$$

**QCM 20 : AD**

A) Vrai :  $P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{200^2}{50} = \frac{40000}{50} = 800 \Omega$

B) Faux :  $R_{tot} = R_1 + R_2 = 800 + 800 = 1600 \Omega \Rightarrow P = \frac{U^2}{R_{tot}} = \frac{40000}{1600} = 25 \text{ W}$

- C) Faux  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 21 : C**

A) Faux :  $\frac{d^2x}{dt^2} = -12 \frac{g}{L^2} x \Rightarrow \omega_0^2 = 12 \frac{gh}{L^2} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{12 \frac{gh}{L^2}} = \frac{\sqrt{12 \times 9 \times 3}}{6} = \frac{18}{6} = 3 \text{ rad.s}^{-1} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2 \times 3}{3} = 2 \text{ s}$

B) Faux

C) Vrai

D) Faux

E) Faux

**QCM 22 : ABCD**

### 3. NOTIONS DE PHYSIQUE QUANTIQUE

2014 – 2015 (Pr. Legrand)

**QCM 1 :** Rigel est l'étoile la plus brillante de la constellation d'Orion, une supergéante bleue, 55 000 fois plus lumineuse que le Soleil. Sa température avoisine les 10 000 K. On considérera *a priori* que la loi de Wien s'applique aussi pour les étoiles. Quelle est la longueur d'onde d'émission maximale  $\lambda_{\max}$  du spectre de corps noir de Rigel ?

- A) 520 nm                      B)  $5,2 \times 10^{-10}$  m                      C)  $2,9 \times 10^{-7}$  m                      D)  $58 \times 10^{-5}$  m                      E)  $0,31 \times 10^{-10}$   $\mu\text{m}$

**QCM 2 :** Aloïs organise un barbecue pour fêter son passage en deuxième année. La température optimale de cuisson qu'il souhaite atteindre en surface pour les saucisses est autour de 70°C. Celui-ci décide d'employer un détecteur infrarouge pour le vérifier. Quelle devrait-être la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  attendue majoritairement ?

- A) 1,5  $\mu\text{m}$                       B) 2,5  $\mu\text{m}$                       C) 4,5  $\mu\text{m}$                       D) 8,5  $\mu\text{m}$                       E) 16,5  $\mu\text{m}$

**QCM 3 :** Un électron est accéléré sous une différence de potentiel de 31 V. Quelle est environ la longueur d'onde associée à cet électron ?

Données :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C et  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg

- A)  $1,1 \cdot 10^{-10}$  m  
B)  $1,5 \cdot 10^{-10}$  m  
C)  $2,2 \cdot 10^{-10}$  m  
D)  $3,1 \cdot 10^{-10}$  m  
E)  $4,3 \cdot 10^{-10}$  m

**QCM 4 :** La mécanique quantique permet d'expliquer certains phénomènes comme :

- A) Le rayonnement de corps noir  
B) L'effet photoélectrique  
C) La stabilité des atomes  
D) Le spectre de raies de l'atome d'hydrogène  
E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 5 :** A propos des raies d'émission de l'atome d'hydrogène :

- A) C'est le modèle de Rutherford de l'atome d'hydrogène qui prédit un spectre d'émission électromagnétique sous formes de raies d'émission  
B) Les raies d'émission de l'atome d'hydrogène se trouvent exclusivement dans le domaine visible du spectre électromagnétique  
C) Les photons émis par l'atome d'hydrogène correspondent au passage de l'électron d'un niveau énergétique discret à un autre  
D) Le modèle de Bohr rend compte des raies d'émission et de la stabilité des atomes  
E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 6 :** Soit la température de surface d'une étoile estimée à 11 000 K. La longueur d'onde du maximum d'émission du rayonnement électromagnétique est environ (en  $\mu\text{m}$ ) :

- A) 0,15                      B) 0,26                      C) 0,52                      D) 0,84                      E) 1,25

**QCM 7 :** Une photocathode de césium est éclairée par un faisceau de photons de longueur d'onde 578 nm. La contre-tension maximale correspondant à l'annulation du photo-courant est de 0,21 V. Le travail d'extraction du métal vaut en eV :

- A) 13,6                      B) 2,15                      C) 1,94                      D) 0,21                      E) 2,36

**QCM 8 :** En supposant que la fréquence du rayonnement incident sur la photocathode est supérieure à la fréquence seuil nécessaire pour lui arracher des électrons, on peut dire d'après l'expérience mettant en évidence l'effet photoélectrique que :

- A) Si on augmente la puissance du rayonnement incident le courant reste malgré tout constant  
B) L'énergie des électrons croît avec la puissance du rayonnement incident  
C) Lorsque la tension augmente, pour un rayonnement incident de puissance donné, le courant finit par atteindre une valeur maximale  
D) La valeur de la contre-tension ne permet en aucun cas de déterminer l'énergie cinétique des électrons arrachés  
E) Aucune des réponses n'est correcte



**QCM 9 : A propos de l'effet tunnel :**

- A) En mécanique quantique, une particule d'énergie  $E$  peut franchir une barrière d'énergie potentielle  $U_0$  même si l'énergie de  $E$  est inférieure à la hauteur  $U_0$
- B) Le franchissement de la barrière d'énergie potentielle est prévu selon une probabilité dépendant de la largeur de cet obstacle
- C) C'est le caractère ondulatoire de chaque particule, prévu par l'équation de Schrödinger, qui permet l'effet tunnel : la particule sacrifie une partie de l'amplitude de sa fonction d'onde durant la traversée de la barrière
- D) Les microscopes utilisant le principe de l'effet tunnel permettent de visualiser des réseaux d'atomes
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 10 : A propos de l'effet photoélectrique, toute chose étant égale par ailleurs :**

- A) Lorsque la puissance du rayonnement électromagnétique augmente, l'énergie cinétique des électrons arrachés peut rester inchangée
- B) Lorsque le nombre de photon émis par la lampe UV augmente, la contre-tension maximale est inchangée
- C) Lorsque la puissance du rayonnement électromagnétique augmente, le nombre d'électrons arrachés peut augmenter ainsi que le courant pour un même potentiel
- D) Lorsque la fréquence du rayonnement électromagnétique augmente, l'énergie cinétique des électrons arrachés augmente
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 11 : Pour le traitement d'une leucodermie, vous suggérez de placer la peau d'un patient atteint sous une lampe monochromatique de 60 W qui émet  $10^{20}$  photons par seconde afin de stimuler les mélanocytes pour retrouver une pigmentation. Quelle est la longueur d'onde de la lumière émise par cette lampe ?**

*Donnée :  $h \cong 6.10^{-34} \text{ J.s}$*

- A) Lumière UV de longueur d'onde 100 nm
- B) Lumière UV de longueur d'onde 200 nm
- C) Lumière UV de longueur d'onde 300 nm
- D) Lumière IR de longueur d'onde 900 nm
- E) Les données de l'énoncé sont insuffisantes pour répondre

**QCM 12 : La température moyenne du corps humain est de 310 K. Son maximum d'émission  $\lambda$  se situe vers :**

- A) 0,1  $\mu\text{m}$
- B) 9,3  $\mu\text{m}$
- C) 150 mm
- D) 24 cm
- E) 10 m

**QCM 13 : Rayonnement de corps noir :**

*La plupart des animaux dont l'Homme émettent des infrarouges détectables grâce à des appareils appropriés. En médecine, la VNG utilise ce principe pour diagnostiquer des troubles de l'oreille interne se manifestant par des mouvements involontaires des yeux (nystagmus) seulement dans l'obscurité.*

**En admettant que la température du corps du patient est en tout point la même (37°C), quelle est la longueur d'onde  $\lambda_{\text{max}}$  attendue majoritairement par les détecteurs oculaires IR ?**

- A) 148 nm
- B) 1069 nm
- C) 78  $\mu\text{m}$
- D) 2,9 nm
- E) 9,3  $\mu\text{m}$

**QCM 14 : (QCM rédigé par le Pr. Legrand) Dans l'effet photoélectrique :**

- A) Si la fréquence du rayonnement incident est supérieure à la fréquence seuil, le courant augmente lorsque la puissance du rayonnement augmente
- B) Pour une puissance donnée du rayonnement incident, le courant diminue lorsque la tension augmente
- C) La contre-tension maximale est proportionnelle à l'énergie cinétique des électrons arrachés
- D) L'énergie du photon absorbé est inférieure au travail d'extraction
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 15 : (QCM rédigé par le Pr. Legrand) A propos des états quantiques dans un puits de potentiel carré infini :**

- A) Leurs énergies sont proportionnelles aux 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 augmente
- D) Les niveaux d'énergie sont d'autant plus espacés que la largeur du puits est grande
- E) Aucune des réponses n'est correcte

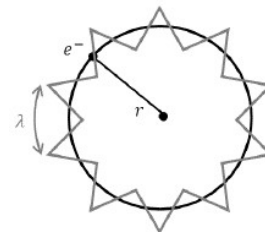
**QCM 16 : Des phénomènes de diffraction peuvent apparaître lorsqu'une onde rencontre un obstacle de l'ordre de sa longueur d'onde. Parmi les modèles suivants, lequel est ou lesquels sont concerné(s) par le phénomène de diffraction ?**

Données :  $v_{\text{étudiant}} = 1 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $p_{\text{train}} = 1.5 \times 10^5 \text{ kg.m.s}^{-1}$  ;  $v_{\text{globule rouge}} = 10 \times 10^{-1} \text{ m.s}^{-1}$  ;  $\lambda_{\text{électron}} = 10^{-6} \text{ m}$

- A) Un étudiant de 70 kg franchissant une porte d'une largeur de 1 m
- B) Un TGV propulsé à 130 km/h traversant un tunnel large de 10 m
- C) Un globule rouge d'une masse de  $10^{-16} \text{ kg}$  qui voyage dans un capillaire de 0,1 mm de diamètre
- D) Un électron qui traverse une fente de  $1 \mu\text{m}$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 17 : Après le modèle de Bohr, le principe de dualité onde-particule pour toute particule de matière établie par De Broglie permet de dire que la circonférence  $l = 2\pi r$  de l'orbite de l'électron autour du noyau est égale à  $n\lambda$  ( $n$  étant un entier naturel et  $\lambda$  la longueur d'onde de l'électron). On peut donc dire que :**

- A) La circonférence  $l$  de l'orbite de l'électron doit être un multiple entier de la longueur d'onde  $\lambda$  de l'électron
- B) Dans ce modèle le rayon  $r$  doit être quantifié
- C) Les électrons sont positionnés sur des orbites discrètes
- D) L'énergie de la liaison des électrons au noyau ne dépend en aucun cas de cette orbite
- E) Aucune des réponses n'est correcte



**QCM 18 : On souhaite caractériser la quantité d'énergie correspondant à 1 eV, une ou plusieurs définitions sont exactes :**

- A) 1 eV correspond à l'énergie cinétique acquise par un électron ( $e^-$ ) sans vitesse initiale, accéléré par une différence de potentiel électrique de 1 volt
- B) 1 eV correspond à l'énergie cinétique acquise par un positron ( $e^+$ ) sans vitesse initiale accéléré par une différence de potentiel électrique de 100 volt
- C) 1 eV correspond à l'énergie cinétique acquise par un neutron sans vitesse initiale accéléré par une différence de potentiel électrique de 1 volt
- D) 1 eV correspond à l'énergie cinétique acquise par un proton sans vitesse initiale accéléré par une différence de potentiel électrique de 1 ampère
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**Correction : NOTIONS DE PHYSIQUE QUANTIQUE****2014– 2015****QCM 1 : C**A) FauxB) Faux

C) Vrai : D'après la loi de Wien,  $\lambda_{\max} \times T = \text{cst} \cong 0,29 \text{ cm.K}$ , attention  $\lambda_{\max}$  est donc exprimé en cm ! Connaissant  $T = 10\,000 \text{ K}$ , on en déduit  $\lambda_{\max} = \frac{0,29}{10\,000} = 2,9 \times 10^{-5} \text{ cm} = 2,9 \times 10^{-7} \text{ m}$ . C'est de l'ordre de l'UV (290 nm), donc ce n'est pas la couleur bleue visible de Rigel qui constitue la longueur d'onde d'émission maximale  $\lambda_{\max}$  du spectre de corps noir !

D) FauxE) Faux**QCM 2 : D**

Il s'agissait d'appliquer la loi de Wien afin de déterminer la longueur d'onde pour laquelle l'émission par le corps noir (saucisses) est maximale. Il ne faut pas oublier de convertir les degrés Celsius en Kelvin ( $T = 70 + 273$ ) et noter que dans la formule du cours la longueur d'onde est en centimètres.

$\lambda_{\max} \times T = \text{cst} \cong 0,29 \text{ cm.K}$  donc  $\lambda_{\max} = \frac{0,29}{343} = 0,00085 \text{ cm} = 8,5 \mu\text{m}$ .

**QCM 3 : C**

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = eV \Rightarrow v = \frac{\sqrt{2eV}}{\sqrt{m}}$$

$$\lambda \simeq \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2eVm}} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 31 \times 9,1 \cdot 10^{-31}}} = 2,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

**QCM 4 : ABCD****QCM 5 : C**A) Faux : Le modèle de Rutherford prédit un spectre continu !B) Faux : Les raies d'émissions se trouvent aussi dans le domaine UV et dans le domaine IRC) Vrai

D) Faux : Il rend bien compte des raies d'émissions, en revanche il ne rend pas du tout compte de la stabilité des atomes, supposant l'électron comme une charge ponctuelle gravitant autour d'une autre charge et posant le problème de perte d'énergie par émission d'ondes électromagnétiques non observées expérimentalement

E) Faux**QCM 6 : B**

Il s'agit d'appliquer la loi de Wien afin de déterminer la longueur d'onde pour laquelle l'émission par le corps noir (étoile) est maximale. Il ne faut pas oublier de noter que dans la formule du cours la longueur d'onde est en centimètres.  $\lambda_{\max} \times T = \text{cst} \cong \lambda_{\max} = \frac{0,29}{11000} = 0,000026 \text{ cm} \cong 0,26 \cdot 0,29 \text{ cm.K}$  d'où  $\mu\text{m}$

**QCM 7 : C**

QCM tiré du concours 2011. Le travail d'extraction  $W$  correspond tout simplement à l'énergie nécessaire pour arracher un électron du métal, qui aura donc une énergie cinétique  $E_c$  égale à celle du photon incident moins l'énergie de liaison de l'électron.

$$E_c = E - W \Leftrightarrow W = E - E_c$$

- L'énergie  $E$  du photon incident en eV vaut  $\frac{1240}{578} \cong 2,14 \text{ eV}$  d'après la relation de Duane et Hunt.

- Ensuite, il faut juste se rappeler que l'énergie cinétique des électrons est donnée par la contre-tension maximale de valeur 0,21 donc  $E_c$  des électrons = 0,21 eV

En reprenant la relation  $W = E - E_c$ , on obtient enfin le travail d'extraction :  $W = 2,14 - 0,21 \cong 1,94 \text{ eV}$

**QCM 8 : C**

A) Faux : Le courant représente le nombre d'électrons qui circulent dans le circuit. L'intensité du courant généré augmente avec la puissance du rayonnement incident qui s'exprime :  $P = n \times E$

B) Faux : Si la puissance augmente, le nombre d'électrons arrachés augmente mais pas leur énergie !

C) Vrai : C'est la définition du courant de saturation

D) Faux : Cette contre-tension maximale va justement nous permettre de mesurer l'énergie cinétique des électrons en utilisant la loi de conservation de l'énergie. C'est elle qui nous permet justement de déterminer l'énergie cinétique des électrons dans le QCM précédent

E) Faux

**QCM 9 : ABCD**

- A) Vrai  
 B) Vrai : Et la probabilité décroît exponentiellement avec l'ordre de l'épaisseur  $\delta$  de la barrière d'énergie potentielle  
 C) Vrai : Toutefois la particule ressort toujours avec fonction d'onde d'amplitude non nulle  
 D) Vrai : La précision obtenue est de l'ordre de l'angström  
 E) Faux

**QCM 10 : ABCD**

- A) Vrai :  $P = n \times E$  donc si c'est  $n$  le nombre de photons incidents (par seconde) seulement qui croît, l'énergie cinétique des électrons ne sera pas modifiée  
 B) Vrai  
 C) Vrai : Si on augmente le nombre de photons émis par la source en augmentant la puissance, on va augmenter le nombre d'électrons arrachés à la photocathode et donc on va augmenter le courant pour un même potentiel  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 11 : C**

A partir de la formule qui lie le nombre de photon à la puissance ou *flux énergétique* (en Watt) et à l'énergie (en Joule), il s'agissait surtout de se rappeler que  $E = (h \times c) / \lambda$  et d'isoler  $\lambda$  afin d'obtenir la longueur d'onde demandée. Soit le nombre de photons émis par seconde  $N$  :

$$N = \frac{P \text{ (Watt)}}{E \text{ (Joule)}} = \frac{P \text{ (Watt)}}{\frac{h \times c}{\lambda}} \text{ d'où } \lambda = \frac{N \cdot h \cdot c}{P \text{ (Watt)}} = \frac{10^{20} \times 6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6 \times 10} = 3 \times 10^{-7} \text{ m} = 300 \text{ nm}, \text{ c'est donc une lampe UV de longueur d'onde } 300 \text{ nm} \text{ qui est indiquée pour recolorer la peau}$$

**QCM 12 : B**

Il s'agissait d'appliquer la loi de Wien afin de déterminer la longueur d'onde pour laquelle l'émission par le corps noir (humain) est maximale. Il faut noter que dans la formule du cours la longueur d'onde est en centimètres

$$\lambda_{\max} \times T = \text{cst} \cong 0,29 \text{ cm.K} \text{ donc } \lambda_{\max} = \frac{0,29}{310} = 0.00093 \text{ cm} = \mathbf{9,3 \mu m}$$

**QCM 13 : E**

Il s'agissait d'appliquer la loi de Wien afin de déterminer la longueur d'onde pour laquelle l'émission par le corps noir (humain) est maximale. Il ne faut pas oublier de convertir les degrés Celsius en Kelvin ( $T = 37 + 273$ ) et noter que dans la formule du cours la longueur d'onde est en centimètres

$$\lambda_{\max} \times T = \text{cst} \cong 0,29 \text{ cm.K} \text{ donc } \lambda_{\max} = \frac{0,29}{310} = 0.00093 \text{ cm} = \mathbf{9,3 \mu m}$$

**QCM 14 : AC**

- B) Faux : Pour une puissance donnée du rayonnement incident, le courant augmente  
 D) Faux : L'énergie du photon absorbé est supérieure ou égale au travail d'extraction

**QCM 15 : E (voir exemple du puits infiniment profond)****QCM 16 : D**

La diffraction est un phénomène quantique qui ne concerne généralement que **les particules**, qui ont un comportement ondulatoire à l'échelle atomique,  $\lambda \geq a \Leftrightarrow \frac{pa}{h} \leq 1$  respectant la relation pour une fente de largeur  $a$  donnée. On peut éventuellement le vérifier par le calcul

- A) Faux :  $\frac{pa}{h}$  est de l'ordre de  $10^{35}$  ce qui est très loin d'être inférieur à 1 ! L'onde associée à l'étudiant ne permet pas un phénomène quantique (diffraction, interférence) à travers sa porte de chambre  
 B) Faux  
 C) Faux :  $\frac{pa}{h}$  est de l'ordre de  $10^{12}$ , même en microbiologie on est très éloigné des conditions de diffraction !  
 D) Vrai :  $\lambda_{\text{électron}} \geq a$ , la relation est vérifiée ! Et comme le dit l'énoncé : « des phénomènes de diffraction peuvent apparaître lorsqu'une onde rencontre un obstacle de l'ordre de sa longueur d'onde » comme c'est le cas avec cet électron de longueur d'onde  $10^{-6} \text{ m} = 1 \mu\text{m}$  qui traverse justement une fente de  $1 \mu\text{m}$  ☺  
 E) Faux

**QCM 17 : ABC**

- A) Vrai : C'est justement ce qui est dit dans l'énoncé  
 B) Vrai : Il est établi que  $l = 2\pi r = n\lambda$ . Or  $2\pi$  est constant donc pour que la circonférence de l'orbite soit égale à  $n\lambda$  sachant que  $n$  est un entier naturel il faut que  $r$  soit quantifié pour obtenir des résultats satisfaisant cette égalité  
 C) Vrai :  $l$  prends des valeurs particulières car  $r$  est quantifié  
 D) Faux : Au contraire, l'énergie de l'électron sur une orbite est une conséquence du modèle de Bohr  
 E) Faux

**QCM 18 : A**

A) Vrai : C'est une définition répandue

B) Faux : Le positron, antiparticule de l'électron, a une charge égale en valeur absolu mais opposée à celle de l'électron il est donc tout à fait sensible à une différence de potentiel et la définition devrait marcher avec à lui. Mais ce serait vrai sous une différence de potentiel de 1 volt et non de 100 volts

C) Faux : Le neutron n'ayant pas de charge, il est insensible à une différence de potentiel électrique

D) Faux : Le proton ayant une charge égale en valeur absolu mais opposée à celle de l'électron il est tout à fait sensible à une différence de potentiel donc la définition devrait aussi fonctionner avec lui. Mais la différence de potentiel s'exprime en volt et non en ampère qui est l'unité de l'intensité du courant

E) Faux

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

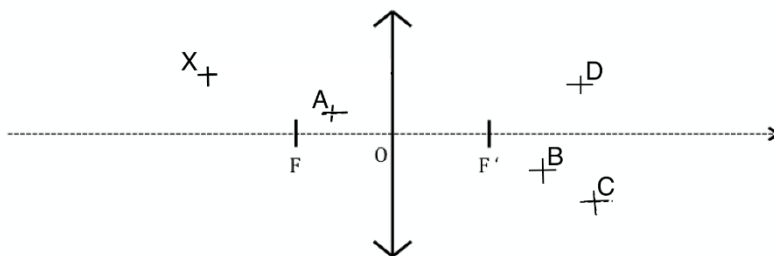
2014 – 2015 (Pr. Sepulchre)

**QCM 1 :** Soit un dioptre plan, séparant deux milieux d'indices optiques  $n_1 = 1$  et  $n_2 = 1,33$ . Un rayon incident d'angle  $\theta_i = 30^\circ$  avec la normale, quelle est la valeur de l'angle  $\theta_t$  du rayon transmis avec la normale ?

Aide au calcul :  $\sin^{-1}(3/8) = 22^\circ$  ;  $\sin(3/4) = 49^\circ$

- A)  $22^\circ$                       B)  $49^\circ$                       C)  $68^\circ$                       D)  $41^\circ$                       E)  $34^\circ$

**QCM 2 :** Quelle est l'image du point X par la lentille représentée ci dessous :



- A) A                      B) B                      C) C                      D) D                      E) Tout est faux

**QCM 3 :** Ugo a 13 ans, suite à une consultation ophtalmologique se voit prescrire des verres correcteurs de +2 dioptries :

- A) Ugo est hypermétrope  
 B) Ugo a besoin de porter des lentilles convergentes  
 C) En l'absence de verres correcteurs, Ugo peut obtenir un punctum remotum à l'infini  
 D) En l'absence de verres correcteurs, au repos son punctum remotum se situe à 0,5 m devant lui  
 E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 4 :** On observe une fleur à l'aide d'une loupe. La fleur se situe 10 cm devant la loupe afin d'obtenir une image à l'infini. Quelle est la puissance en dioptrie de la loupe ?

- A) 1                      B) 2,5                      C) 10                      D) 25                      E) 100

**QCM 5 :** A propos de l'indice optique :

- A) L'indice optique caractérise le milieu  
 B) L'indice optique varie avec la longueur d'onde  
 C) La vitesse de la lumière dans le verre est proportionnelle à l'indice optique  $n$  du verre  
 D) La vitesse de la lumière dans un milieu donné, varie avec la longueur d'onde  
 E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 6 :** Soit un dioptre plan, séparant deux milieux d'indices optiques  $n_1 = 1$  et  $n_2 = \sqrt{2}$ . Un rayon incident fait un angle  $\theta_i = 45^\circ$  avec la normale, quelle est la valeur de l'angle  $\theta_t$  du rayon transmis avec la normale ?

- A)  $60^\circ$                       B)  $45^\circ$                       C)  $30^\circ$                       D)  $20^\circ$                       E)  $10^\circ$

**QCM 7 :** A propos du prisme :

- A) Le prisme permet décomposer le spectre lumineux  
 B) D'après la loi de Cauchy, le rouge est plus dévié que le bleu  
 C) L'angle de déviation est proportionnel à l'angle du sommet du prisme lorsque l'angle d'incidence est assez petit  
 D) L'angle de déviation est proportionnel à la différence des indices optiques du prisme (verre) et de l'air ( $n=1$ )  
 E) Aucune des réponses n'est correcte

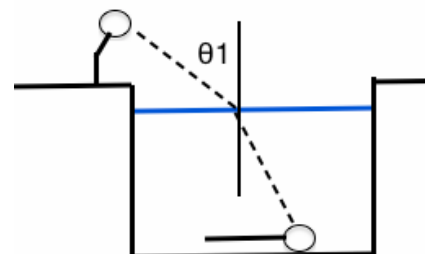
**QCM 8 : À propos de la lumière et de son spectre électromagnétique, donnez les propositions vraies :**

- A) La lumière est une onde qui n'a pas besoin de support pour se propager
- B) La vitesse de la lumière est une constante pour tout observateur, quel que soit sa position, son état de mouvement dans un référentiel galiléen et quel que soit la direction de l'onde dans l'espace
- C) Le domaine du visible est caractérisé par des longueurs d'ondes entre 400 et 700 nm
- D) Les ondes lumineuses de longueurs d'ondes supérieures à 700 nm sont dites ionisantes
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 9 : Cassilia matte Florent tout nu au fond de la piscine. On considère que l'indice optique de l'air est égal à 1 et que l'indice optique de l'eau de la piscine est de 1,33. Si Cassilia observe Florent sous un angle  $\theta_1$  faisant  $60^\circ$  avec la normale au plan de l'eau, quel sera l'angle de vue avec cette même normale pour que Florent regarde Cassilia ? (On considère qu'ils se regardent dans les yeux)**

**Aide au calcul :**  $\sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 45^\circ$  ;  $\sin^{-1}\left(\frac{3\sqrt{2}}{8}\right) = 32^\circ$  ;  $\sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 60^\circ$  ;  
 $\sin^{-1}\left(\frac{3\sqrt{3}}{8}\right) = 40,5^\circ$  ;  $\sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right) = 25,6^\circ$

- A)  $45^\circ$
- B)  $32^\circ$
- C)  $60^\circ$
- D)  $40,5^\circ$
- E)  $25,6^\circ$

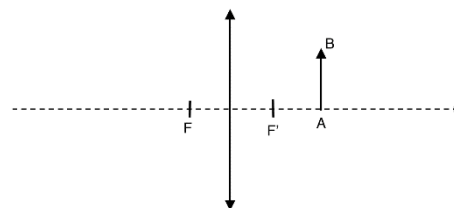


**QCM 10 : On observe l'image d'un objet réel fournie par une lentille divergente :**

- A) Cette image est virtuelle
- B) Cette image est droite
- C) La taille de l'image est plus grande que celle de l'objet
- D) L'objet est plus proche de la lentille que de l'image
- E) Aucune des réponses n'est correcte

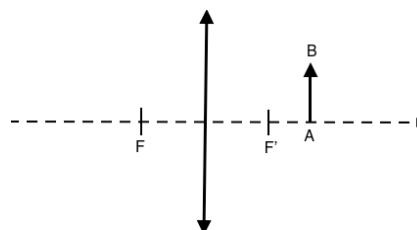
**QCM 11 : L'image de B' de B par le dioptre ci-dessous est :**

- A) Réelle
- B) Droite
- C) Agrandie
- D) Telle que  $|OA'| < f'$
- E) Aucune des réponses n'est correcte



**QCM 12 : Sur le schéma ci-contre, on considère l'objet AB :**

- A) La lentille est convergente
- B) L'image est virtuelle
- C) L'image est renversée
- D) L'image est agrandie
- E) Aucune des réponses n'est correcte

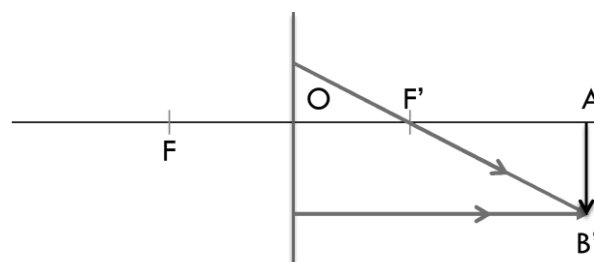


**QCM 13 : (QCM rédigé par le Pr. Sepulchre) A propos de la notion de réflexion totale, et de l'une de ses applications importantes :**

- A) La réflexion totale sur un dioptre plan séparant un milieu plus réfringent d'un milieu moins réfringent ( $n_1 > n_2$ ) n'a lieu que pour un seul angle bien particulier, dont la valeur est donnée par :  $\text{Arcsin}(n_2 / n_1)$
- B) Lorsqu'il y a réflexion totale sur un dioptre verre / air, le calcul montre qu'il y a 4% de l'énergie lumineuse qui est transmise du verre vers l'air
- C) Le principe d'une fibre optique est basé sur le fait que l'indice de réfraction du cœur de la fibre est moins élevé que celui de la gaine
- D) Le principe d'une fibre optique est basé sur le fait que l'indice de réfraction du cœur de la fibre est plus élevé que celui de la gaine
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 14 : (QCM rédigé par le Pr. Sepulchre) Sur le schéma ci-contre, des rayons lumineux ayant traversé une lentille mince convergent vers B' :**

- A) Il s'agit d'une lentille convergente
- B) L'objet AB est réel
- C) L'objet est situé entre F et O
- D) L'objet est plus petit que son image
- E) Aucune des réponses n'est correcte



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

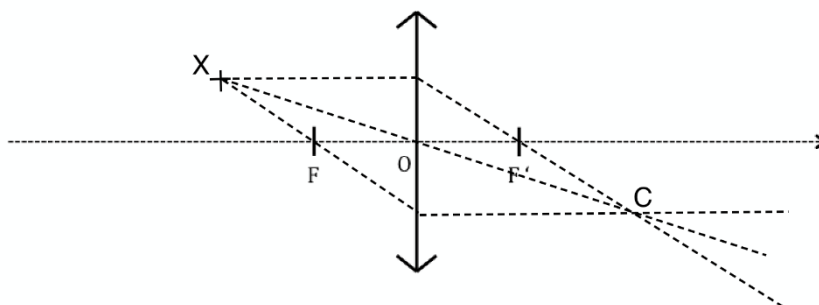
2014 – 2015

## **QCM 1 : A**

A) Vrai :  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ , ici  $\theta_1 = 30^\circ \Rightarrow \sin 30 = 0.5$   
 $1 \times \frac{1}{2} = \frac{4}{3} \sin \theta_2$   
 Donc  $\theta_2 = \sin^{-1} (3/8) = 22^\circ$

- B) Faux  
 C) Faux  
 D) Faux  
 E) Faux

## **QCM 2 : C**



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

## **QCM 3 : ABC**

A) Vrai : Il a un défaut de vergence négatif  
 B) Vrai :  
 C) Vrai : Il peut obtenir un punctum remotum à l'infini s'il accommode  
 D) Faux :  $\delta_v = -\frac{1}{P_R} < \Rightarrow P_R = -\frac{1}{\delta_v} = -\frac{1}{-2} = 0,5 \text{ m}$ . Donc le  $P_R$  se situe **derrière** l'œil  
 E) Faux

## **QCM 4 : C**

A) Faux  
 B) Faux  
 C) Vrai :  $P = \frac{1}{f'}$  et  $f' = -f = 0,10 \text{ m}$  donc  $P = 10\delta$   
 D) Faux  
 E) Faux

## **QCM 5 : ABD**

A) Vrai  
 B) Vrai : cf. Loi de Cauchy  
 C) Faux :  $n = c/V \Rightarrow V = c/n$ , la vitesse de la lumière dans le verre est **inversement** proportionnelle à l'indice optique du verre  
 D) Vrai : cf. Loi de Cauchy  
 E) Faux

## **QCM 6 : C**

A) Faux  
 B) Faux  
 C) Vrai :  $\theta_t = \sin^{-1} (n_1 \sin \theta_i / n_2) = \sin^{-1} (1 \sin 45 / \sqrt{2}) = \sin^{-1} ((\sqrt{2}/2) / \sqrt{2}) = \sin^{-1} (1/2) = 30^\circ$   
 D) Faux  
 E) Faux



**QCM 7 : ACD**

- A) Vrai  
 B) Faux : C'est l'inverse, le bleu est plus dévié que le rouge car la loi de Cauchy nous dit que l'indice optique est une fonction décroissante de la longueur d'onde  
 C) Vrai  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 8 : ABC**

- A) Vrai  
 B) Vrai  
 C) Vrai  
 D) Faux : Les ondes lumineuses de longueurs d'ondes **inférieures à 400 nm** sont dites ionisantes  
 E) Faux

**QCM 9 : D**

Pour répondre, il faut d'abord utiliser le principe de retour inverse de la lumière. A ce moment-là le QCM revient à calculer l'angle  $\theta_t$  du rayon transmis avec la normale :

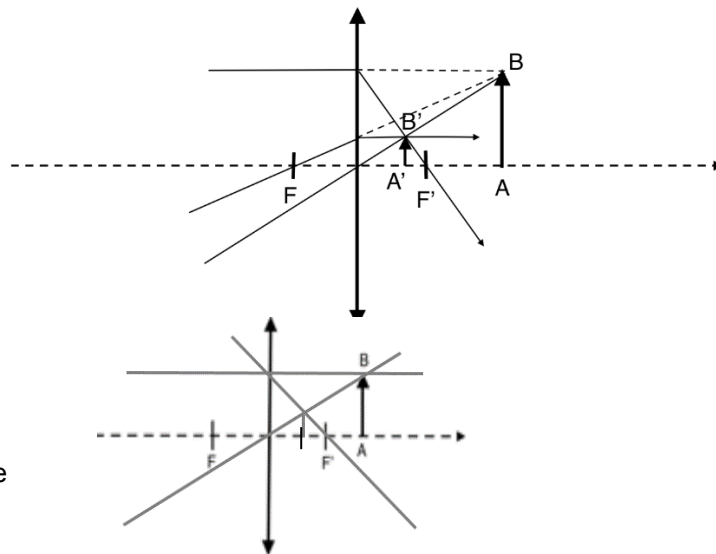
$$n_{air} \sin \theta_1 = n_{eau} \sin \theta_t$$

$$\sin \theta_t = \frac{n_{air} \sin \theta_1}{n_{eau}} = \frac{1 \times \sin 60}{1,33} = \frac{3\sqrt{3}}{8}$$

$$\theta_t = 40,5^\circ$$

**QCM 10 : AB**

- A) Vrai  
 B) Vrai  
 C) Faux : Image réduite  
 D) Faux  
 E) Faux

**QCM 11 : ABD****QCM 12 : A**

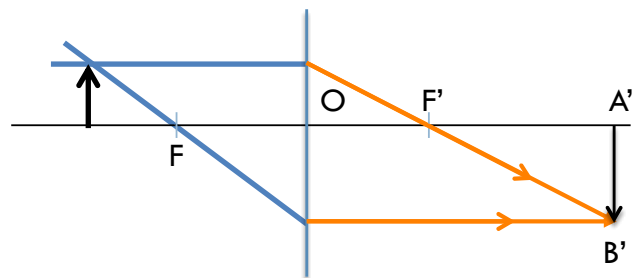
- A) Vrai  
 B) Faux : L'image est réelle  
 C) Faux : L'image est droite  
 D) Faux : L'image est réduite  
 E) Faux

**QCM 13 : D**

- A) Faux : Elle a lieu pour tous les angles supérieurs à  $\arcsin(n_2/n_1)$   
 B) Faux : C'est une réflexion **totale**, il y a 0% d'énergie lumineuse transmise en dehors du verre. Aucune formule n'existe donc pour cet item  
 C) Faux  
 D) Vrai

**QCM 14 : ABD**

- A) Vrai : le foyer objet est à gauche et le foyer image est à droite  
 B) Vrai  
 C) Faux  
 D) Vrai  
 E) Faux



## 5. INTERFERENCES, DIFFRACTION, POUVOIR DE RESOLUTION OPTIQUE

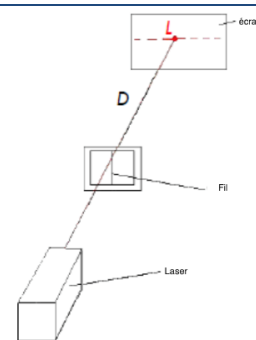
2014 – 2015 (Pr. Sepulchre)

**QCM 1 :** On éclaire un cheveu à l'aide d'un laser de longueur d'onde  $\lambda = 650 \text{ nm}$ . Sur un écran situé 2 m derrière le cheveu, la tâche centrale mesure 32,5 cm. Quel est le diamètre du cheveu en mètre ?

- A)  $2.10^{-6}$       B)  $4.10^{-6}$       C)  $6.10^{-6}$       D)  $8.10^{-6}$       E)  $16.10^{-6}$

**QCM 2 :** Lors de sa garde, Maxime a un peu de temps et souhaite vérifier l'épaisseur de ses fils de suture. Il utilise alors un laser de longueur d'onde 600 nm. Le fil se situe à 2 m de l'écran et la tâche centrale mesure 2 cm. Quel est le diamètre du fil ?

- A)  $6.10^{-5} \text{ m}$       B)  $6.10^{-4} \text{ m}$       C)  $1,2.10^{-5} \text{ m}$       D)  $1,2.10^{-4} \text{ m}$       E)  $1,8.10^{-4} \text{ m}$



**QCM 3 :** Soit un microscope optique d'indice optique  $n = 1,5$  et de diamètre  $d = 1 \text{ cm}$ . On observe un échantillon situé à 15 mm de l'objectif et qui renvoie une lumière de longueur d'onde  $\lambda = 500 \text{ nm}$ . Quel est le pouvoir séparateur de ce microscope ?

- A)  $6,1.10^{-8} \text{ m}$       B)  $6,1.10^{-7} \text{ m}$       C)  $3,05.10^{-6} \text{ m}$       D)  $3,05.10^{-7} \text{ m}$       E)  $3,05.10^{-8} \text{ m}$

**QCM 4 :** (QCM rédigé par le Pr. Sepulchre) A propos des interférences sur un film liquide en suspension dans l'air (bulle de savon). Pour qu'il y ait des interférences constructives dans la longueur d'onde  $\lambda = 600 \text{ nm}$ , sur un film liquide dont l'indice est  $n = 1.25$ , l'épaisseur  $e$  minimale du film doit être :

- A) 100 nm  
B) 110 nm  
C) 120 nm  
D) 130 nm  
E) 140 nm

**QCM 5 :** (QCM rédigé par le Pr. Sepulchre) On considère un microscope possédant un intervalle optique  $\Delta$ , un objectif de puissance  $P_1$  et un oculaire de puissance  $P_2$ . On note aussi  $f'_1$  la distance focale image de l'objectif et  $f'_2$  la distance focale image de l'oculaire. On note  $G_o$  grossissement de l'oculaire. Enfin, on note  $pp$  la distance (en valeur absolue) du *punctum proximum*.

Donner les formules correctes pour obtenir le grossissement du microscope :

- A)  $G = \frac{f'_1 f'_2}{\Delta} pp$   
B)  $G = \Delta P_1 P_2 pp$   
C)  $G = \frac{\Delta}{f'_1} G_o$   
D)  $G = P_1 G_o$   
E) Aucune des réponses n'est correcte.

**Correction : INTERFERENCES, DIFFRACTION, POUVOIR DE RESOLUTION OPTIQUE****2014 – 2015****QCM 1 : D**A) FauxB) FauxC) FauxD) Vrai :  $b = \frac{2\lambda D}{L} = \frac{2 \times 650.10^{-9} \times 2}{32,5.10^{-2}} = 8.10^{-6} \text{ m}$ E) Faux**QCM 2 : D** $\frac{L}{D} \approx \frac{2\lambda}{b} \Rightarrow b = 2\lambda \frac{D}{L} = 2 \times 600.10^{-9} \frac{2}{2.10^{-2}} = 1200.10^{-9}.10^2 = 1,2.10^{-4} \text{ m}$ **QCM 3 : B**

$$d_{\min} = 0,61 \frac{\lambda D}{nr} = 0,61 \frac{500.10^{-9} \times 1,5.10^{-2}}{1,5 \times 5.10^{-3}} = 0,61.10^{-6} = \mathbf{6,1.10^{-7} \text{ m}}$$

**QCM 4 : C**

Pour qu'il y ait interférence constructive dans une lame mince, il faut que  $\delta = k\lambda$  et  $\delta = 2ne + \frac{\lambda}{2}$

L'épaisseur minimale ( $k = 1 \Rightarrow \delta = \lambda$ ) vaut donc :  $\lambda = 2ne + \frac{\lambda}{2} \Rightarrow e = \frac{\lambda}{4n} = \frac{600.10^{-9}}{1,25 \times 4} = 120 \text{ nm}$

**QCM 5 : BC**A) FauxB) Vrai :  $G = \frac{\Delta p p}{f'_1 f'_2}$  ;  $f'_1 = \frac{1}{p_1}$  et  $f'_2 = \frac{1}{p_2} \Rightarrow \boxed{G = \Delta P_1 P_2 p p}$ C) Vrai :  $G = \frac{\Delta p p}{f'_1 f'_2}$  et  $G_0 = \frac{p p}{f'_2} \Rightarrow \boxed{G = \frac{\Delta G_0}{f'_1}}$ D) FauxE) Faux

## 6. EMISSION DE LA LUMIERE PAR LA MATIERE

2014 – 2015 (Pr. Legrand)

### QCM 1 : À propos du laser, identifiez la ou les bonne(s) proposition(s) :

- A) Le mot laser est un acronyme anglais signifiant « amplification de la lumière par émission spontanée de la radiation »
- B) C'est principalement grâce au phénomène de phosphorescence qu'on peut produire un effet laser
- C) Il n'existe pas de laser à 3 niveaux
- D) La diffraction au sein d'une cavité résonnante s'oppose à l'effet laser
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### QCM 2 : A propos de la luminescence :

- A) Une lampe à décharge fonctionne sur le principe de l'électroluminescence
- B) La spectre de raies d'une lampe à sodium varie selon la pression vapeur de cet élément
- C) La luminescence est consécutive à un apport d'énergie amenant atomes ou molécules dans un état excité
- D) La phosphorescence diffère de la fluorescence par la durée de vie beaucoup plus longue de l'état excité
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### QCM 3 : Concernant la désexcitation d'une molécule :

- A) Les sous-niveaux vibrationnels d'une molécule expliquent certaines transitions non radiatives
- B) La conversion interne est non radiative
- C) Lors d'une relaxation vibrationnelle l'électron cède son énergie à la molécule sous forme de photons
- D) La phosphorescence n'est à l'origine d'aucun rayonnement électromagnétique dans le domaine du visible
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### QCM 4 : On considère la photoluminescence d'une molécule. On donne, respectivement, la longueur d'onde d'absorption, une longueur d'onde de fluorescence et une longueur d'onde de phosphorescence, exprimées en nm. Les triplets physiquement possibles sont :

- A) 620, 650, 670      B) 620, 590, 520      C) 620, 640, 520      D) 620, 660, 770      E) 620, 610, 610

### QCM 5 : A propos du laser :

- A) L'effet laser s'explique par la possibilité d'une émission spontanée des radiations par la matière
- B) L'inversion de population induite par pompage (optique ou électrique) des atomes du milieu amplificateur est un des principes de base du laser
- C) Il n'existe pas de laser à 2 niveaux
- D) Dans un laser à 4 niveaux il n'y a pas de seuil de transparence
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### QCM 6 : A propos des divers types de lasers :

- A) Le laser à rubis est un laser solide à 3 niveaux émettant dans le rouge et fonctionnant par pompage optique (flash)
- B) Le laser à néodyme est un laser à 4 niveaux. Les transitions radiatives étant de plus basses énergies, ce laser émet dans le domaine infrarouge
- C) La faiblesse des lasers semi-conducteurs réside dans la photodégradation progressive du milieu amplificateur
- D) Il n'existe pas de laser à liquide
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### QCM 7 : Soit un laser composé d'une cavité résonnante de longueur $L = 3$ cm. Quelle fréquence de résonance est compatible avec un tel dispositif (ou pour quelle fréquence la condition de résonance est-elle satisfaite) ?

- A) 100 KHz      B) 1 Mhz      C) 300 Mhz      D) 900 Mhz      E) 10 Ghz

### QCM 8 : A propos de la photoluminescence :

- A) Le spectre de phosphorescence correspond généralement à des longueurs d'onde plus grandes que celles du spectre de fluorescence
- B) La photoluminescence implique toujours un phénomène de fluorescence
- C) Le rendement quantique  $\phi$  est une caractéristique intrinsèque d'un fluorophore (fluorochrome) donné
- D) Le temps global de durée de vie de fluorescence ( $\tau_f$ ) augmente si le rendement quantique  $\phi$  augmente
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 9 :** Soit un laser composé d'une cavité résonante de longueur  $L = 7,5$  cm. Quelle est la fréquence minimale (fréquence de résonance fondamentale) permettant à une onde stationnaire de satisfaire la condition de résonance au sein de ce dispositif ?

- A) 1 GHz                      B) 2 GHz                      C) 3 GHz                      D) 4 GHz                      E) 5 GHz

**QCM 10 :** A température ambiante, la couleur d'un cristal de calcite placé sous une lampe UV varie avec la longueur d'onde de l'excitation :

*Quand la longueur d'onde d'excitation choisie est de 254 nm (flux continu), le cristal apparaît bleu.*

- A) La lumière émise par le cristal est d'origine thermique car liée au phénomène d'incandescence  
B) La lumière bleue observée est due au phénomène de fluorescence

*Après arrêt de l'éclairement, le cristal continue toutefois d'émettre de la lumière violette visible à l'œil nu durant quelques minutes.*

- C) La lumière violette observée est due au phénomène de fluorescence  
D) La lumière violette observée est due au phénomène de phosphorescence  
E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 11 : Photoluminescence :**

*Les techniques modernes de biologie cellulaire utilisent la fluorescence en microscopie optique. Pour cela, on utilise des fluorochromes comme la GFP que vous décidez d'employer comme marqueur moléculaire pour étudier un échantillon.*

**Pour mener à bien votre petite expérience « Gilsonienne », vous vous souvenez que :**

- A) La fluorescence est toujours précédée d'un phénomène de phosphorescence  
B) Le pH du milieu peut altérer le rendement quantique donc l'efficacité de fluorescence de la GFP  
C) La longueur d'onde d'émission attendue sera plus petite que la longueur d'onde d'absorption  
D) La lumière restituée par fluorescence est essentiellement liée au phénomène d'émission spontanée  
E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 12 : (QCM rédigé par le Pr. Legrand)** La largeur de l'intervalle en fréquence sur lequel le gain d'un laser l'emporte sur l'absorption est de 2,5 GHz. La cavité du laser est un Fabry-Pérot de longueur 30 cm. Le nombre maximum de modes actifs est :

- A) 3                      B) 6                      C) 9                      D) 12                      E) Tout est faux

**QCM 13 : (QCM rédigé par le Pr. Legrand)** A propos de luminescence moléculaire :

- A) La conversion inter-système s'accompagne d'une transition non radiative  
B) Le retour du niveau excité S1 vers les niveaux vibrationnels du fondamental s'accompagne d'émission de fluorescence  
C) Le spectre de phosphorescence correspond à des longueurs d'onde plus grandes que celles du spectre de fluorescence  
D) La durée de vie de l'état T1 est en général plus longue que celle de l'état S1  
E) Aucune des réponses n'est correcte  
A) Les taches satellites à droite de la tache centrale sont espacées périodiquement tous les 4 cm

**QCM 14 : A propos de luminescence :**

- A) La phosphorescence précède la fluorescence  
B) La photoluminescence implique toujours un phénomène de fluorescence  
C) Le rendement quantique est une caractéristique intrinsèque d'un fluorophore (fluorochrome) donné  
D) Le temps de fluorescence diminue si le rendement quantique diminue  
E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 15 : A propos du laser :**

- A) Le phénomène d'émission spontanée des atomes suffit à expliquer l'effet laser  
B) Le principe de l'effet laser se base sur le fait que la probabilité d'émission stimulée pour un atome dans l'état excité est égale à la probabilité d'absorption depuis ce même atome dans l'état fondamental  
C) Un pompage efficace du niveau fondamental  $E_1$  vers le niveau excité  $E_3$  est une des conditions nécessaires à l'effet laser pour un laser à 3 niveaux  
D) Un laser à 4 niveaux, dont le niveau fondamental est  $E_0$  et dont le niveau excité est  $E_1$ , satisfait la relation  $(E_1 - E_0) < k_b T$  (où  $k_b$  est la constante de Boltzmann)  
E) Aucune des réponses n'est correcte

**Correction : EMISSION DE LA LUMIERE PAR LA MATIERE****2014 – 2015****QCM 1 : D**

- A) Faux : Emission stimulée. Attention, c'est un item qui est déjà tombé au concours ! ☺
- B) Faux : La phosphorescence est un phénomène d'émission spontanée qui ne concerne pas l'effet laser plutôt basé sur le phénomène d'émission stimulée
- C) Faux : Il existe bien des lasers à 3 niveaux, ce sont les lasers à 2 niveaux qui n'existent pas. Un contre-exemple est le laser à rubis, qui est le premier laser créé
- D) Vrai : C'est justement pour cela qu'on utilise un miroir concave quand l'effet de diffraction n'est pas négligeable au sein d'une cavité résonante
- E) Faux

**QCM 2 : ABCD****QCM 3 : AB**

- A) Vrai : Cela explique notamment la relaxation vibrationnelle
- B) Vrai
- C) Faux : On a un échange d'énergie entre l'électron et la molécule sans radiations
- D) Faux : Contre-exemple : le cristal de calcite
- E) Faux

**QCM 4 : AD**

- A) Vrai : La longueur d'onde d'absorption est plus petite que celles d'émissions, avec la longueur d'onde du photon de fluorescence (généralement) plus petite que celui de phosphorescence
- B) Faux : Impossible, l'atome ne peut pas émettre par photoluminescence (donc fluorescence et phosphorescence) des photons plus énergétique (= avec une plus petite longueur d'onde) que le photon initialement absorbé !
- C) Faux : Idem B, le photon de phosphorescence ne peut être plus énergétique que le photon incident
- D) Vrai : Idem A
- E) Faux : Idem B

**QCM 5 : BCD**

- A) Faux
- B) Vrai : Le pompage est fondamental. Si on n'entretient pas le processus d'amplification on obtient un flash unique très rapide. Pour perpétuer ce processus on utilise un pompage qui tend à maintenir les atomes dans un état excité
- C) Vrai : Pour une transition donnée, la probabilité d'une émission stimulée (pour un atome dans l'état excité) est égale à la probabilité d'une absorption (pour un atome dans l'état fondamental). Il est donc impossible d'obtenir un effet laser en pompant une seule transition atomique (= 2 niveaux), l'atome produisant autant de photons qu'il en absorbe !
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 6 : AB**

- A) Vrai : C'est d'ailleurs le premier laser inventé !
- B) Vrai : L'écart entre les niveaux énergétique où se produit une émission radiative étant moins important dans un laser à 4 niveaux cela explique que le laser émette dans le domaine infrarouge
- C) Faux : C'est une caractéristique des lasers liquide à colorants, rien à voir avec les lasers semi-conducteurs
- D) Faux : Comme contre-exemple le laser liquide à colorant. Pour rappel, il existe un laser pour chaque état de la matière
- E) Faux

**QCM 7 : E**

Pour avoir résonance la condition est que  $2L = n \times \lambda$ . Si on exprime  $\lambda$  en fonction de la fréquence  $\nu$  et de  $c$  la célérité de la lumière on obtient  $\nu = n \times c / (2L)$  avec  $n$  entier naturel.  $c / (2L)$  étant constant,  $\nu$  est donc multiple d'une fréquence fondamentale de référence que l'on appelle  $\nu_r$ . D'où  $\nu = n \times \nu_r$  avec  $\nu_r = c / (2L)$ . Ainsi dans la cavité toute onde stationnaire de fréquence  $\nu$  est multiple de  $\nu_r$

$\nu_r = c / (2L) = 3 \times 10^8 / (6 \times 10^{-2}) = 5 \times 10^9 \text{ Hz} = 5 \text{ Ghz}$ . Le seul multiple possible de 5 Ghz (fréquence de résonance fondamentale) parmi les propositions données est 10 Ghz (qui vaut donc  $2 \nu_r$ )

**QCM 8 : AD**

- A) Vrai
- B) Faux : La photoluminescence peut aussi impliquer un phénomène de phosphorescence
- C) Faux : Le rendement quantique  $\phi$  dépend de l'environnement du fluorophore
- D) Vrai : Rappel :  $\tau_f = \tau_r \times \phi$
- E) Faux

**QCM 9 : B**

Rappel : Pour avoir résonance la condition est que  $2L = n \times \lambda$ . Si on exprime  $\lambda$  en fonction de la fréquence  $\nu$  et de  $c$  la célérité de la lumière on obtient  $\nu = n \times c / (2L)$  avec  $n$  entier naturel.  $c / (2L)$  étant constant,  $\nu$  est donc multiple d'une fréquence fondamentale de référence que l'on appelle  $\nu_r$ . D'où  $\nu = n \times \nu_r$  avec  $\nu_r = c / (2L)$ . Dans la cavité toute onde stationnaire de fréquence  $\nu$  est multiple de  $\nu_r$

$$\nu_r = c / (2L) = 3 \times 10^8 / (15 \times 10^{-2}) = 2 \times 10^9 \text{ Hz} = 2 \text{ GHz}$$

**QCM 10 : BD**

- A) Faux : On est à température ambiante
- B) Vrai
- C) Faux : La fluorescence s'estompe à l'arrêt de l'éclairement
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 11 : BD**

- A) Faux
- B) Vrai : Le rendement quantique n'est pas une propriété intrinsèque des fluorochromes et varie en fonction de l'environnement
- C) Faux : C'est le contraire
- D) Vrai : L'aspect fondamentale de la fluorescence est justement une absorption suivie d'une émission spontanée
- E) Faux

**QCM 12 : B**

$$2L \approx 0,6 \text{ m} \Rightarrow c / (2L) \approx 5 \times 10^8 \text{ Hz} = 0,5 \text{ GHz}$$

La largeur de l'intervalle en fréquence vaut 2,5 GHz

$\Rightarrow$  6 modes actifs au plus

**QCM 13 : ABCD**

- A) Vrai : C'est à dire sans émission de photons
- B) Vrai
- C) Vrai : Parce que le plus bas niveau vibrationnel de l'état T1 est au-dessous de celui de l'état S1
- D) Vrai : La durée de vie de T1 est en principe beaucoup plus longue que celle de S1 (quelques  $\mu\text{s}$  à plusieurs heures)
- E) Faux

**QCM 14 : D**

- A) Faux
- B) Faux : La photoluminescence peut aussi impliquer un phénomène de phosphorescence
- C) Faux : Il dépend aussi du milieu et des conditions d'expérience
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 15 : C**

- A) Faux : Le phénomène émission **stimulée** contribue en grande partie à l'effet laser
- B) Faux : Les probabilités d'émission et d'absorption sont identiques
- C) Vrai : A cause de l'existence d'un seuil de transparence
- D) Faux :  $(E_1 - E_0) > k_B T$  pour que  $N_0 \gg N_1$  à l'équilibre thermodynamique
- E) Faux

## 7. LUMIERE ET COULEURS, PHOTOMETRIE

2014 – 2015 (Pr. Legrand)

**QCM 1 : A propos des sources primaires et secondaires de lumières :**

- A) Le Soleil émet de la lumière par incandescence
- B) La dispersion de la lumière par un prisme est due au phénomène de réfraction
- C) Le bleu du ciel est dû au phénomène de diffusion des rayons solaires par les molécules présentes dans l'atmosphère
- D) La luciole émet sa lumière grâce au phénomène de bioluminescence
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 2 : Quand on éclaire en lumière blanche une tomate, celle-ci absorbe notamment tous les rayonnements électromagnétiques du domaine visible sauf le rouge qui parvient à diffuser. On décide d'éclairer cette fois la tomate en lumière jaune. On constate que :**

- A) La « couleur » des photons absorbés est jaune
- B) La tomate apparaît rouge
- C) La tomate apparaît noire (pas de couleur visible)
- D) La tomate apparaît jaune
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 3 : Soit un prélèvement de liquide céphalo-rachidien (LCR) placé dans une cuve. Selon la loi de Beer-Lambert, l'absorbance mesurée par les appareils de spectrophotométrie dépendra :**

- A) De la longueur  $l$  du trajet parcouru par la lumière à travers la cuve
- B) De la concentration  $C$  d'atomes ou de molécules du LCR
- C) Du coefficient d'extinction, caractéristique du LCR
- D) Du coefficient d'extinction, dépendant de la longueur d'onde  $\lambda$  employé pour la mesure
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 4 : On cherche à doser une enzyme d'un prélèvement de liquide biologique placé dans une cuve de longueur  $l = 2$  mm. L'enzyme absorbe à 200 nm, et son coefficient d'extinction est estimé à  $1000 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ . Les appareils de spectrophotométrie mesurent une absorbance  $A_{200\text{nm}}$  de 5. En déduire sa concentration dans l'échantillon en  $\text{mol.L}^{-1}$  :**

- A)  $0,25 \times 10^{-3}$
- B)  $0,5 \times 10^{-3}$
- C)  $2,5 \times 10^{-2}$
- D)  $5 \times 10^{-2}$
- E)  $7,5 \times 10^{-2}$

**QCM 5 : Les effets bactéricides des rayonnements UV sont notamment utilisés pour stériliser certains équipements médicaux au sein d'une chambre d'irradiation. Celle-ci embarque une lampe UV émettant des photons de longueur d'onde 254 nm. Certaines grandeurs photométriques sont utiles pour rendre compte des effets physiques d'une telle lampe, parmi les suivantes la ou lesquelles ?**

- A) Le flux énergétique
- B) Le flux lumineux
- C) Retiré car hors-programme
- D) L'éclairement
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 6 : Soit un soit une surface  $S$  de  $5 \text{ m}^2$  éclairée par un rayonnement lumineux de  $2000 \text{ lm}$ . En déduire l'éclairement lumineux moyen  $E_m$  de cette surface en lux :**

- A) 400
- B) 800
- C) 1200
- D) 2500
- E) 9800

**QCM 7 : On considère une source lumineuse ponctuelle de  $150 \text{ lm}$ , qui rayonne de la lumière uniformément dans un cône d'ouverture  $60^\circ$ . On utilisera  $\pi = 3$**

- A) Ce cône correspond à un angle solide de  $\pi$  stéradians
- B) L'intensité lumineuse de cette source est d'environ  $50 \text{ cd}$
- C) L'intensité lumineuse de cette source est d'environ  $75 \text{ cd}$
- D) L'éclairement de cette source lumineuse à  $1$  mètre est d'environ  $25 \text{ lm.m}^{-2}$
- E) Aucune des réponses n'est correcte



**QCM 8 : A propos de la diffusion de Rayleigh :**

- A) Dans le régime de diffusion de Rayleigh, l'intensité diffusée dépend de l'angle d'incidence et de la longueur d'onde
- B) Dans le régime de diffusion de Rayleigh, l'intensité diffusée est inversement proportionnelle aux nombre de particules par unité de volume
- C) Dans le régime de diffusion de Rayleigh, l'intensité est autant diffusée vers l'avant que vers l'arrière
- D) Dans le régime de diffusion de Rayleigh, la lumière bleue est plus efficacement diffusée que la lumière rouge
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 9 : Concernant la photométrie :**

- A) L'intensité lumineuse mesure la puissance reçue par une surface
- B) En photométrie visuelle, la perception de l'œil dépend de la longueur d'onde de la lumière reçue
- C) La luminance est la grandeur photométrique qui caractérise l'éclat d'une source étendue
- D) Un lux est l'éclairement à 1 m produit par une source dont l'intensité est 1 candela, dans un angle solide de 1 stéradian
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 10 : (QCM rédigé par le Pr. Legrand) A propos de diffusion :**

- A) La diffusion de Rayleigh concerne la diffusion par des particules de taille du même ordre que la longueur d'onde
- B) Dans le régime de diffusion de Rayleigh, la lumière rouge est bien moins diffusée que la lumière bleue
- C) Dans le régime de diffusion de Mie, la lumière rouge est environ 10 fois plus efficacement diffusée que la lumière bleue
- D) Le libre parcours moyen d'absorption est inversement proportionnel à la section efficace d'absorption
- E) Aucune des réponses n'est correcte.

**QCM 11 : (QCM rédigé par le Pr. Legrand) On considère une source lumineuse ponctuelle de 300 lm, qui rayonne de la lumière uniformément dans un hémisphère. On utilisera  $\pi \approx 3$** 

- 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 1m de cette source est d'environ 25 lx
- D) L'émittance de cette source est d'environ 50 lm/m<sup>2</sup>
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

**QCM 12 : On considère une source lumineuse ponctuelle de 600 lm, qui rayonne de la lumière uniformément dans un hémisphère :**

- 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<sup>2</sup>
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**Correction : LUMIERE ET COULEURS, PHOTOMETRIE****2014 – 2015****QCM 1 : ABCD****QCM 2 : AC**

- A) Vrai : Il est dit dans l'énoncé que tous les rayonnements électromagnétique du domaine visible (sauf le rouge) sont absorbés donc le jaune aussi
- B) Faux : La tomate n'est pas éclairé en rouge mais en jaune qui est absorbé, le rouge n'est donc pas diffusé et la tomate n'apparaît pas rouge
- C) Vrai : La tomate absorbe la lumière jaune, et ne la diffuse pas, il n'y a donc pas de couleur visible diffusé et la tomate apparaît donc noire
- D) Faux : Puisque la couleur des photons absorbé est justement jaune et que ceux-ci ne sont pas diffusés
- E) Faux

**QCM 3 ABCD****QCM 4 : C**

Soit une radiation monochromatique de longueur d'onde 200 nm traversant un échantillon de longueur  $l = 2$  cm, il s'agit simplement d'appliquer la loi de Beer-Lambert  $A_\lambda = \mathcal{E}(\lambda) \times C \times l$  d'où :

$$\text{Concentration} = \text{Absorbance} / (\text{Coefficient d'extinction} \times \text{Longueur de la cuve}) = 5 / (1000 \times 0,2) = \mathbf{2,5 \times 10^{-2} \text{ M.L}^{-1}}$$

**QCM 5 : A**

- A) Vrai
- B) Faux : Le flux lumineux mesure la puissance lumineuse (perceptible) d'une source rayonnant dans une région donnée de l'espace. Or la lumière UV n'est pas perceptible et sans sensation visuelle il est impossible de parler de flux lumineux pour cette lampe
- C) /
- D) Faux : On ne peut pas employer cette grandeur car les photons ne sont pas de la visible ici
- E) Faux

**QCM 6 : A**

$$E_m = \Phi / S \text{ donc } E_m = 2000/5 = 400 \text{ lux (lumen/m}^2\text{)}$$

**QCM 7 : AB**

- A) Vrai
- B) Vrai :  $I = F/\Omega = 150/3 = 50 \text{ cd}$
- C) Faux
- D) Faux :  $E = I/d^2 = 50/1 = 50 \text{ lm.m}^{-2}$
- E) Faux

**QCM 8 : ACD**

- A) Vrai :  $I \propto N \frac{1}{\lambda^4} (1 + \cos^2 \theta)$
- B) Faux : cf. A
- C) Vrai : Cela s'explique par le terme en  $\cos^2$
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 9 : BCD**

- A) Faux : L'intensité lumineuse mesure la puissance **fournie par une source ponctuelle**
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 10 : BD**

- A) Faux : Elle concerne des particules de taille inférieure à environ  $\lambda/10$
- B) Vrai : La lumière bleue est plus efficacement diffusée que la lumière rouge d'un facteur environ égal à 10
- C) Faux : La solution de Mie prédit que la lumière diffusée est peu dépendante de la longueur d'onde
- D) Vrai :  $l_a = 1 / \mu_a = [C K(\lambda)]^{-1}$
- E) Faux

**QCM 11 : A**

- A) Vrai : L'intensité  $I$  de cette source est donné par  $I = F/\Omega$  où  $\Omega$  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  $I \sim 300/6 = 50$  candela
- B) Faux : L'intensité lumineuse de cette source est d'environ 100 cd
- C) Faux : L'éclairement de la source à une distance  $d$  est donné par  $E = I/d^2 \sim 50/1 = 50$  lx
- D) Faux : La notion d'émittance s'applique à une source étendue
- E) Faux

**QCM 12 : BC**

- A) Faux
- B) Vrai : L'intensité  $I$  de cette source est donné par  $I = F/\Omega$  où  $\Omega$  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  $I \sim 600/6 = 100$  candela
- C) Vrai : L'éclairement de la source à une distance  $d$  est donné par  $E = I/d^2 \sim 100/4 = 25$  lux
- D) Faux : La notion d'émittance s'applique à une source étendue
- E) Faux

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

2014 – 2015 (Pr. Legrand)

### QCM 1 : A propos des modes de propagation d'une onde :

- A) La propagation de la déformation d'un ressort se fait selon un mode longitudinal
- B) La propagation de la déformation d'une corde se fait selon un mode longitudinal
- C) La propagation de la déformation d'un son dans l'air se fait selon un mode transversal
- D) La propagation de la déformation d'une onde électromagnétique se fait selon un mode transversal
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 2 : Soit un ressort tendu de raideur  $K = 30 \text{ g.s}^{-2}$ , de longueur  $L = 6 \text{ cm}$  et de masse linéique  $\mu = 2 \text{ kg.m}^{-1}$ . A quelle vitesse se propage l'onde à travers ce ressort ?**

- A)  $3.10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$
- B)  $3.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$
- C)  $9.10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$
- D)  $9.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### QCM 3 : A propos des ondes stationnaires :

- A) Elles sont caractérisées par des ventres d'amplitude nulle
- B) Les nœuds sont séparés d'une distance de  $\lambda/2$ , avec  $\lambda$  la longueur d'onde
- C) Lorsqu'il n'y a qu'un seul ventre, l'onde est à sa fréquence fondamentale
- D) La fréquence de l'onde est inversement proportionnelle à la longueur de la corde de Melde
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### QCM 4 : A propos de la RMN :

- A) Le phénomène de précession se produit lorsque l'on ajoute à  $B_0$  un champ magnétique  $B_1$  tournant, et perpendiculaire à la direction du champ constant  $B_0$ , le moment magnétique des protons bascule parallèlement au champ magnétique  $B_0$
- B) Le phénomène survient lorsque le champ tournant  $B_1$  tourne à la vitesse correspondante à la fréquence de Larmor
- C) Lors du phénomène de relaxation, la composante  $M_{\perp}$  de l'aimantation augmente
- D) Lorsque la composante  $M_{\perp}$  de l'aimantation est nulle, le moment magnétique des protons est colinéaire au champ  $B_0$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 5 : Pour oublier que son cerveau surchauffe, Louis retombe en enfance entre 2 cours. Il fixe l'extrémité d'une corde à un mur et s'amuse à transmettre des oscillations à la corde. En bon P1 qui se respecte il met un terme à sa pose et décide d'analyser le mouvement de la corde. Louis transmet à la corde un mouvement provoquant une déformation telle que son amplitude est de 50 cm vers le haut.**

- A) L'impédance au niveau du mur est nulle
- B) L'onde réfléchie possède une amplitude de 0,5 m en valeur absolue
- C) L'onde transmise possède une amplitude de 1 m
- D) La déformation de l'onde réfléchie se fera vers le bas
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### QCM 6 : À propos du champ magnétique, donnez les propositions vraies :

- A) Un champ magnétique peut être généré par un aimant ou une bobine parcourue par un courant électrique
- B) Le champ magnétique est défini par un vecteur dont la norme correspond à l'intensité du vecteur et la direction est la même que celle d'une boussole soumise à ce champ magnétique
- C) Le moment magnétique d'une boucle de courant, soumise à un champ électrique, aura tendance à s'aligner avec le champ magnétique
- D) Le moment magnétique de l'électron est quantifié et a pour valeur absolue le magnéton de Bohr
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 7 : On considère une corde de longueur  $L = 4 \text{ m}$ , de masse linéique  $0,02 \text{ kg.m}^{-1}$ , tendue par l'action d'une masse de 3,2 kg suspendue à l'une de ses extrémités. On prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ . Quelle est la vitesse de propagation d'une onde sur cette corde en  $\text{m.s}^{-1}$  ?**

- A) 4
- B) 10
- C) 12
- D) 16
- E) 40

**QCM 8 : (Suite du QCM précédent) On considère une corde de longueur  $L = 4 \text{ m}$ , de masse linéique  $0,02 \text{ kg.m}^{-1}$ , tendue par l'action d'une masse de  $3,2 \text{ kg}$  suspendue à l'une de ses extrémités. On prendra  $g=10 \text{ m.s}^{-2}$ . Son mode fondamental de vibration a pour fréquence (en Hz) :**

- A) 2,5                      B) 5                      C) 10                      D) 20                      E) 40

**QCM 9 : A propos des notions de base sur les ondes :**

- A) L'onde est un phénomène de vibration qui se propage, c'est un transport d'énergie sans transport de matière.  
B) Une onde ne peut se déplacer que dans un milieu élastique  
C) Les propriétés thermodynamiques du milieu dans lequel se propage l'onde vont conditionner la manière dont se propage l'onde, ainsi elles vont conditionner la vitesse de l'onde  
D) Un ressort (comme celui dans votre 4 couleurs) se déforme selon un mode longitudinal  
E) Toutes les réponses sont fausses

**QCM 10 : A propos de la notion d'impédance :**

- A) L'impédance mécanique est une mesure de la résistance opposée au mouvement par un milieu soumis à une force donnée  
B) Lorsqu'une onde passe d'un milieu de faible impédance à un milieu de forte impédance, la célérité de l'onde transmise est plus faible que celle de l'onde initiale  
C) Lorsqu'une onde passe d'un milieu de faible impédance à un milieu d'impédance infiniment grande, l'onde réfléchie a une amplitude de même valeur et de même signe que l'onde incidente  
D) Lorsqu'une onde passe d'un milieu de forte impédance à un milieu de faible impédance, on a une réflexion partielle sans changement de signe  
E) Toutes les réponses sont fausses

**QCM 11 : A propos des ondes progressives sinusoïdales :**

- A) Une onde progressive sinusoïdale, est définie en fonction d'une période temporelle et d'une période spatiale

**Soit une onde progressive sinusoïdale d'amplitude  $A = 2 \text{ cm}$  et de pulsation  $\omega = 100 \text{ rad.s}^{-1}$  se propageant dans un milieu d'impédance  $Z = 0,03 \text{ kg.s}^{-1}$ . Quelle est la puissance moyenne transportée par cette onde progressive sinusoïdale ?**

- B)  $3 \cdot 10^{-4} \text{ W}$   
C)  $6 \cdot 10^{-4} \text{ W}$   
D)  $6 \cdot 10^{-2} \text{ W}$   
E) Toutes les réponses sont fausses

**QCM 12 : On considère une corde de longueur  $L = 2 \text{ m}$ , de masse linéique  $\mu = 0,02 \text{ kg.m}^{-1}$ , tendue par l'action d'une masse de  $0,8 \text{ kg}$  suspendue à l'une de ses extrémités. Quelles fréquences correspondent à des ondes stationnaires ? On utilisera  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$**

- A) 5 Hz  
B) 15 Hz  
C) 20 Hz  
D) 30 Hz  
E) Toutes les réponses sont fausses

**QCM 13 : A propos du principe de la résonance magnétique (RMN) :**

- A) Lorsque la fréquence du champ variable tournant est égale à la fréquence de Larmor, il y a précession du moment magnétique macroscopique des protons autour du champ variable  
B) Lors de la relaxation la composante, parallèle au champ variable, de l'aimantation augmente et atteint 63% de sa valeur maximale au bout de  $T_1$  (temps de relaxation longitudinal)  
C) À la résonance il y a absorption d'énergie  
D) Lors de la relaxation, le moment magnétique macroscopique des protons se réaligne avec le champ fixe  
E) Toutes les réponses sont fausses

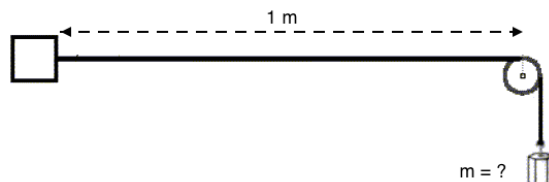
**QCM 14 : Une corde de longueur  $l = 3 \text{ m}$  et de masse  $m = 750 \text{ g}$  est tendue en suspendant à l'une de ses extrémités une masse de  $10 \text{ kg}$ . Quelle est la vitesse de propagation d'une onde transversale dans cette corde ? On utilisera  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$**

- A)  $1,5 \text{ m.s}^{-1}$                       B)  $5 \text{ m.s}^{-1}$                       C)  $10 \text{ m.s}^{-1}$                       D)  $20 \text{ m.s}^{-1}$                       E)  $30 \text{ m.s}^{-1}$

**QCM 15 :** Louis accroche une corde sur un mur et souhaite régler la tension de cette corde afin d'obtenir une vitesse de propagation de l'onde égale à  $1 \text{ m.s}^{-1}$ . La distance entre la poulie et le mur est de 1 m. Quelle masse doit-il accrocher pour obtenir cette note ?

Données :  $\mu_{\text{corde}} = 300 \text{ g.m}^{-1}$ ;  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

- A) 3 g                      B) 9 g                      C) 27 g  
D) 30 g                    E) 90 g



**QCM 16 :** A propos des ondes stationnaires :

- A) Elles résultent, par exemple, de la superposition de deux ondes progressives sinusoïdales de même fréquence et de même amplitude se propageant dans deux sens opposés  
B) Les points où l'amplitude est toujours nulle sont appelés des nœuds  
C) La corde vibre à la fréquence fondamentale lorsque la longueur de la corde correspond à la longueur d'onde  
D) Les seules ondes stationnaires possibles sur une corde de longueur L sont celles dont la fréquence est donnée par :  $f_n = nc/2L = nf_1$   
E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 17 :** (QCM rédigé par le Pr. Legrand) On considère une corde de longueur  $L = 2 \text{ m}$ , de masse linéique  $0,01 \text{ kg.m}^{-1}$ , tendue par l'action d'une masse de  $0,4 \text{ kg}$  suspendue à l'une de ses extrémités. On prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ . Son mode fondamental de vibration a pour fréquence (en Hz) :

- A) 5                      B) 10                      C) 15                      D) 20                      E) Aucune des réponses n'est correcte.

**QCM 18 :** (QCM rédigé par le Pr. Legrand) A propos d'une expérience de RMN :

- A) Après extinction du champ radiofréquence, les noyaux retournent à l'équilibre en perdant de l'énergie  
B) Ce retour à l'équilibre correspond à un désalignement du moment magnétique par rapport au champ magnétique statique  
C) Après extinction du champ radiofréquence, au bout du temps  $T_2$ , le moment magnétique transverse atteint environ 0,37 fois sa valeur initiale  
D) Après extinction du champ radiofréquence, au bout du temps  $T_1$ , la composante du moment magnétique parallèle au champ statique atteint environ 0,63 fois sa valeur initiale  
E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 19 :** On considère une corde de longueur  $l = 1 \text{ m}$  et de masse  $m = 100 \text{ g}$ , qui est tendue en suspendant à l'une de ses extrémités une masse  $M = 9 \text{ kg}$ . La constante  $g$  est approchée par  $10 \text{ m/s}^2$ . La vitesse des ondes dans cette corde est :

- A)  $v = 20 \text{ m/s}$                       B)  $v = 30 \text{ m/s}$                       C)  $v = 40 \text{ m/s}$                       D)  $v = 50 \text{ m/s}$                       E)  $v = 60 \text{ m/s}$

**QCM 20 :** A propos de la RMN.  $\vec{B}_0$  et  $\vec{B}_1$  désignent des champs magnétiques dans les notations habituelles vues en cours :

- A) La fréquence de Larmor du proton est toujours dans le domaine des radio-fréquences  
B) Le phénomène de précession du moment magnétique dans un champ magnétique constant résulte du fait que le moment angulaire du corps en rotation tend à basculer dans une direction perpendiculaire au champ magnétique  $\vec{B}_0$   
C) L'un des principes de la RMN est qu'en ajoutant à  $\vec{B}_0$  un champ magnétique  $\vec{B}_1$  tournant à la fréquence de Larmor, et perpendiculaire à la direction du champ constant  $\vec{B}_0$ , on force le moment magnétique des protons à basculer perpendiculairement au champ magnétique  $\vec{B}_0$   
D) Un autre principe de la RMN est que l'on peut choisir la valeur de la fréquence de résonance car elle est proportionnelle à  $\vec{B}_0$   
E) Aucune des réponses n'est correcte

**Correction : BASES SUR LES ONDES, RADIOFREQUENCES, MAGNETISME, PRINCIPE DE LA RMN****2014 – 2015****QCM 1 : AD**

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

**QCM 2 : A**

A) Vrai :  $v = \sqrt{\frac{KL}{\mu}} = \sqrt{\frac{30 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{-2}}{2}} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$

- B) Faux
- C) Faux
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 3 : BCD**

- A) Faux : Elles sont caractérisées par des **nœuds** d'amplitude nulle
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 4 : BD**

- A) Faux : La précession a lieu à chaque fois que le moment magnétique n'est pas aligné avec B0. La présence de B1 ne joue pas sur la précession autour de B0
- B) Vrai
- C) Faux : Lors du phénomène de relaxation, la composante  $M_{\perp}$  de l'aimantation **diminue**
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 5 : BD**

- A) Faux : L'impédance est infiniment grande
- B) Vrai
- C) Faux : L'onde transmise présente une amplitude nulle
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 6 : ABCD**

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

**QCM 7 : E**

$c = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = 40 \text{ m.s}^{-2}$

**QCM 8 : B**

$f_1 = c / 2L = 5 \text{ Hz}$

**QCM 9 : ACD**

- A) Vrai
- B) Faux : Les ondes électromagnétiques peuvent se propager dans le vide
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 10 : ACD**

- A) Vrai  
 B) Vrai  
 C) Faux : Elle est de signe opposé  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 11 : AD****QCM 12 : ABCD****QCM 13 : ACD**

- A) Vrai  
 B) Faux : Lors de la relaxation la composante, parallèle au champ **STATIQUE**, de l'aimantation augmente et atteint 63% de sa valeur maximale au bout de T1 (temps de relaxation longitudinal)  
 C) Vrai  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 14 : D**

$$T = 10\text{kg} \times 10\text{m.s}^{-2} = 100\text{ N}$$

$$\mu = 0,750\text{ kg} / 3\text{m} = 0,05\text{ kg.m}^{-1}$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{100}{0,25}} = \sqrt{400} = 20\text{ m.s}^{-1}$$

**QCM 15 : B**

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \Rightarrow T = v\mu^2$$

$$T = mg = v\mu^2 \Rightarrow m = \frac{v\mu^2}{g} = \frac{1 \times (3 \cdot 10^{-1})^2}{10} = \frac{9 \cdot 10^{-2}}{10} = 9 \cdot 10^{-3}\text{kg} = 9\text{ g}$$

**QCM 16 : ABD**

- A) Vrai  
 B) Vrai  
 C) Faux : La corde vibre à la fréquence fondamentale lorsque la fréquence est la plus basse => lorsque la longueur de la corde est égale à la moitié de la longueur d'onde  
 D) Vrai  
 E) Faux

**QCM 17 : A**

$$c = (T/\mu)^{1/2} = [4/(1 \cdot 10^{-2})]^{1/2} = 20\text{ m.s}^{-1}$$

$$f_1 = c / 2L = 20/4 = 5\text{ Hz}$$

**QCM 18 : AC**

- A) Vrai : En perdant de l'énergie sous forme de rayonnement émis  
 B) Faux : Il s'agit d'un réalignement // au champ statique  
 C) Vrai : 0,37 fois sa valeur initiale ! Cette composante tend vers 0  
 D) Faux : 0,63 fois sa valeur finale

**QCM 19 : B****QCM 20 : CD**

- A) Faux : Selon le champ magnétique appliqué B0, la fréquence de Larmor ne sera pas forcément dans le domaine des ondes radiofréquences (qui sont beaucoup utilisées en imagerie médicale)  
 B) Faux : Il tend à basculer dans la même direction que le champ magnétique B0  
 C) Vrai  
 D) Vrai : C'est vrai, car la fréquence de résonance correspond à la fréquence de Larmor  
 E) Faux



## 9. OPTIQUE MEDICALE

2014 – 2015 (Dr. Baillif)

### **QCM 1 : L'œil associe 4 dioptries qui sont successivement selon le trajet lumineux :**

- A) Cornéen postérieur – Cornéen antérieur – Cristallinien postérieur – Cristallinien antérieur
- B) Cornéen antérieur – Cristallinien antérieur – Cornéen postérieur – Cristallinien postérieur
- C) Cristallinien antérieur – Cristallinien postérieur – Cornéen antérieur – Cornéen postérieur
- D) Cristallinien postérieur – Cristallinien antérieur – Cornéen postérieur – Cornéen antérieur
- E) Cornéen antérieur – Cornéen postérieur – Cristallinien antérieur – Cristallinien postérieur

### **QCM 2 : Concernant la puissance d'un dioptre sphérique en dioptrie (D) :**

- A) D se définit comme la capacité à faire converger ou diverger des rayons lumineux
- B) Sa valeur est donnée par la différence d'indice de réfraction entre l'arrière et l'avant du dioptre divisé par le rayon de courbure
- C) La dioptre est dit convergent lorsque  $D > 0$
- D) Un dioptre est dit divergent lorsque  $D > 1$
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### **QCM 3 : A propos de l'astigmatisme :**

- A) Dans un système astigmat, l'image d'un point donne deux images linéaires appelées focales
- B) L'astigmatisme est le plus souvent dû à une perte de symétrie de révolution sphérique de la cornée
- C) L'astigmatisme est dit inverse lorsque le méridien horizontal est plus convergent que le méridien vertical
- D) L'astigmatisme est dit simple lorsqu'une des focales est sur la rétine
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### **QCM 4 : A propos de la presbytie :**

- A) Le punctum proximum s'éloigne de la cornée
- B) Il y a presbytie quand le punctum remotum est à 33 cm ou plus de la cornée
- C) Chez les hypermétropes, la pathologie est symptomatique plus précocement
- D) La presbytie est une conséquence de la myopie
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### **QCM 5 : A propos de la vision :**

- A) Axe géométrique et axe visuel de l'œil se croisent au niveau de la cornée
- B) La réfraction d'un faisceau lumineux pénétrant dans l'œil se fait principalement au niveau de la surface cornéenne antérieure et au niveau du cristallin
- C) Les cônes permettent une vision fine maculaire discriminante et colorée
- D) Les bâtonnets permettent une vision périphérique crépusculaire et monochromatique
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### **QCM 6 : Quelques définitions d'optiques :**

- A) Le punctum Remotum (PR) est le point le plus éloigné vu nettement sans accommodation
- B) Le punctum Proximum (PP) est le point le plus proche de l'œil vu nettement en accommodant au maximum
- C) Le parcours d'accommodation est la distance séparant le PR du PP
- D) Un œil normal est stigmaté et emmétrope
- E) Aucune des réponses n'est correcte

### **QCM 7 : Optique médicale :**

*Un patient de 24 ans se présente à vous car il a mal à la tête lorsqu'il lit un livre ou bien qu'il utilise un ordinateur. Il dit qu'il lui arrive souvent de confondre des chiffres (notamment 6 et 8) dans sa vie de tous les jours. Un examen à l'aide d'un réfractomètre révèle une perte de symétrie de révolution sphérique de la cornée. Les focales (horizontales et verticales) sont en arrière du plan rétinien. Le punctum proximum (PP) se situe à 29 cm.*

**Au terme de cet examen clinique, vous suspectez alors :**

- A) Une presbytie
- B) Une myopie
- C) Un astigmatisme
- D) Une hypermétropie
- E) Aucune des réponses n'est correcte.

**QCM 9 : (QCM rédigé par le Dr. Baillif) Déterminer les propositions vraies au sujet de l'astigmatisme :**

- A) Le méridien le plus courbe est le plus puissant
- B) L'astigmatisme est une réfraction égale selon les méridiens
- C) L'œil astigmatique possède deux focales différentes
- D) L'astigmatisme est dit régulier quand la variation des rayons de courbure cornéens est régulière d'un méridien à l'autre
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 10 : (QCM rédigé par le Dr. Baillif) Quelles sont les structures intervenant dans l'accommodation ?**

- A) La cornée
- B) Le cristallin
- C) La zonule
- D) Le muscle ciliaire
- E) L'iris

**QCM 11 : (QCM rédigé par le Dr. Baillif) Au cours de la presbytie :**

- A) Le patient hypermétrope ressent sa presbytie plus tard
- B) Le patient myope est presbyte plus précocement
- C) La symptomatologie commence vers 30 ans chez le patient emmétrope
- D) Le punctum remotum est modifié
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 12 : Quelques définitions d'optiques :**

- A) Dans l'œil normal ou emmétrope, les rayons parallèles se concentrent sur la rétine donnant spontanément une image nette
- B) Dans l'œil myope, les rayons se concentrent en avant de la rétine
- C) Dans l'œil hypermétrope, les rayons se concentrent en arrière de la rétine
- D) Dans l'œil astigmatique, la cornée présente des méridiens de puissance dioptrique différente
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 13 : Optique médicale :**

*Un patient de 39 ans, horloger de profession, se présente à vous. Il vous explique être de plus en plus gêné dans son travail pour les tâches minutieuses, et que la lecture d'un livre le soir devient même difficile. Un rapide examen clinique vous permet de déterminer un punctum proximum (PP) à 36 cm et un punctum remotum (PR) « à l'infini ». Les deux focales (horizontale et verticale) sont sur la rétine. La cornée présente des méridiens de puissance dioptrique identique.*

**Au terme de cet examen clinique, vous suspectez :**

- A) Une myopie
- B) Une hypermétropie
- C) Un astigmatisme
- D) Une presbytie
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 14 : A propos de l'hypermétropie :**

- A) Le foyer image, sur l'axe optique, se projette en arrière de la rétine
- B) Un patient hypermétrope ne peut pas voir à l'infini même si il accomode
- C) Pour corriger l'hypermétropie, on va augmenter la convergence de l'œil par une lentille convergente de même valeur que le degré d'hypermétropie
- D) Chez les hypermétropes, la presbytie est une pathologie symptomatique plus précocement
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**QCM 15 : Concernant la classification des astigmatismes suivant la position des focales par rapport au plan rétinien :**

- A) Dans l'astigmatisme simple, une des focales est sur la rétine
- B) Dans l'astigmatisme mixte, les focales sont de part et d'autre de la rétine
- C) Dans l'astigmatisme composé, les deux focales sont du même côté de la rétine, en avant pour un myope
- D) Dans l'astigmatisme composé, les deux focales sont du même côté de la rétine, en arrière pour un hypermétrope
- E) Aucune des réponses n'est correcte

**Correction : OPTIQUE MEDICALE****2014 – 2015****QCM 1 : E****QCM 2 : ABC**

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux :  $D < 0$
- E) Faux

**QCM 3 : ABCD****QCM 4 : AC**

- A) Vrai
- B) Faux : Il y a presbytie quand le punctum **proximum** est à 33 cm ou plus de la cornée
- C) Vrai
- D) Faux
- E) Faux

**QCM 5 : BCD**

- A) Faux : Ils se croisent au niveau du cristallin
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Vrai
- E) Faux

**QCM 6 : ABCD****QCM 7 : CD**

Les symptômes, bien que non spécifiques, peuvent aider au diagnostic. Le patient est astigmatique puisque on observe une perte de symétrie de révolution sphérique de la cornée. Les focales (horizontales et verticales) étant en arrière du plan rétinien, le patient est aussi hypermétrope : on parlera ici d'astigmatisme composé

**QCM 9 : ACD****QCM 10 : BCD****QCM 11 : E**

- A) Faux : La presbytie est symptomatique plus précocement chez l'hypermétrope : le Punctum Proximum est plus loin de base donc met moins de temps à arriver au Punctum Remotum
- B) Faux : La presbytie est symptomatique plus tardivement chez le myope : le Punctum Proximum est plus proche de base donc met plus de temps à arriver au Punctum Remotum
- C) Faux : Chez le patient emmétrope, la symptomatologie commence souvent seulement vers 40/45 ans, quand le PP est à 25 cm de la cornée
- D) Faux : Dans la presbytie, on a un éloignement du punctum proximum de la cornée et non pas une altération du punctum remotum, lequel n'est pas décrit dans cette pathologie
- E) Vrai

**QCM 12 : ABCD****QCM 13 : D**

- A) Faux : Le punctum remotum (PR) « à l'infini » et les deux focales (horizontale et verticale) sont sur la rétine
- B) Faux : Les symptômes décrits peuvent se retrouver chez un hypermétrope, mais il est dit les deux focales (horizontale et verticale) sont sur la rétine ce qui élimine cette possibilité
- C) Faux : La cornée présente des méridiens de puissance dioptrique identique
- D) Vrai : Même si les symptômes ne sont pas spécifiques de la presbytie, ils peuvent néanmoins aider au diagnostic. Le punctum proximum (PP) est à 36 cm, c'est bien une presbytie. Elle se déclare assez tôt ici, le patient travaillant de près il a plus vite ressenti une gêne
- E) Faux

**QCM 15 : ACD****QCM 16 : ABCD**