

FACULTE DE PHARMACIE

DATE : 16 AVRIL 2008

CONCOURS BLANC DE PHYSIQUE

DUREE : 2 HEURES

NOM :

PRENOM :

NOTE : / 40

Constantes universelles de physique

Constante	Valeur exacte	Approximation
Célérité de la lumière dans le vide	$c = 299\,792\,458 \text{ m.s}^{-1}$	$c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
Constante de Plank	$h = 6,626176.10^{-34} \text{ J.s}$	$h = 6,6.10^{-34} \text{ J.s}$
Charge élémentaire	$e = 1,6021892.10^{-19} \text{ C}$	$e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$
Masse au repos de l'électron	$m_e = 9,109534.10^{-31} \text{ Kg}$	$m_e = 9,11.10^{-31} \text{ Kg}$
Masse au repos du neutron	$m_n = 1,675.10^{-27} \text{ Kg}$	$m_n = 1,68.10^{-27} \text{ Kg}$
Masse au repos du proton	$m_p = 1,6726485.10^{-27} \text{ Kg}$	$m_p = 1,67.10^{-27} \text{ Kg}$
Nombre d'Avogadro	$N_A = 6,022045.10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$N_A = 6,023.10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Le Rydberg	$R = 10973732 \text{ m}^{-1}$	$R = 1,097.10^7 \text{ m}^{-1}$
Constante des gaz parfaits	$R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$	$R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$
Constante de Boltzmann	$K_B = \frac{R}{N_A} = 1,3805941.10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$	$K_B = \frac{R}{N_A} = 1,38.10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$
Permittivité du vide	$\epsilon_0 = 8,85419.10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$	$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi 10^{-7} c^2} = 9.10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$
Perméabilité du vide	$\mu_0 = 1,3.10^{-6} \text{ H.m}^{-1}$	$\mu_0 = 1,3.10^{-6} \text{ H.m}^{-1}$

I – Etude d'un satellite géostationnaire (...../ 4 points) :

Un satellite de masse $m = 2$ tonnes est géostationnaire.

$$M_{\text{terre}} = 5,98.10^{24} \text{ kg}$$

$$R_{\text{terre}} = 6\,380 \text{ km}$$

$$G = 6,67.10^{-11} \text{ SI}$$

1. Calculer l'altitude h du satellite (1 point) :

2. En déduire la vitesse du satellite (1 point) :

3. Calculer son énergie potentielle de pesanteur (1 point) :

4. En déduire la valeur de son énergie mécanique :

II – Etude de fluides (...../ 6 points) :

Dans cette première partie, on étudiera un fluide compressible qui est assimilé à de l'air ($M_{\text{air}} = 29 \text{ g.mol}^{-1}$; $V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$).

On considère que l'air est soumis à une température constante $T_0 = 25^\circ\text{C}$.
La pression de l'air à l'altitude $z = 0$ est de $1,013.10^5 \text{ Pa}$.

1. Calculer la masse volumique de l'air ρ_0 (1 point) :

2. En appliquant la relation de la statique des fluides et en partant de l'hypothèse que l'air est isotherme, montrer que la pression à une altitude z suit une loi exponentielle décroissante : $P(z) = P_0 \exp(-\rho_0 g z / P_0)$ (1 point) :

3. En déduire la pression à une altitude de 1000 m (1 point) :

On considère à présent un fluide incompressible qui est assimilé à de l'eau de masse volumique $\rho = 1 \text{ kg.L}^{-1}$. La pression à la surface de l'eau est la pression $P_0 = 1,013.10^5 \text{ Pa}$.

4. Calculer la pression (en unité SI et en m Hg) à une profondeur de 100 m (1 point) :
On donne : $g = 9,81 \text{ SI}$ $1 \text{ mm Hg} = 133,6 \text{ Pa}$

5. Un plongeur se trouve à cette profondeur de 100 m. Calculer la force qui s'exerce sur ses tympans sachant que leur surface est environ 2 cm^2 (1 point) :

6. A quelle masse correspond cette force (1 point) ?

III – Tuyau d’arrosage (...../ 3 points) :

Un tuyau d’arrosage, de 25 m de long et 15 mm de diamètre, débite 0,5 L/s à travers un orifice de 0,5 cm².

1. Quelle est la vitesse de l’eau (en m/s), sachant que $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg/L}$, à l’orifice terminal ? (1 point)

2. Quel est le rapport entre la vitesse d’écoulement à l’orifice terminal sur la vitesse d’écoulement au robinet ? (1 point)

3. Quelle est la surpression, en kPa, au robinet ?

IV – Tension superficielle du liquide glycérique (...../ 2 points) :

Du liquide glycérique de masse volumique $\rho = 110 \text{ g/L}$ s’élève à une hauteur moyenne $h = 1,5 \text{ cm}$ le long d’un tube de verre vertical de rayon intérieur $R = 0,4 \text{ mm}$.

1. Calculer le coefficient de tension superficielle γ en supposant qu’il mouille parfaitement (1 point).

2. On fabrique avec ce liquide une bulle de savon de rayon 1 cm. Quelle est la surpression existant à l’intérieur de la bulle ? (1 point).

V – Champ et potentiel d'un segment électrisé (...../ 3 points) :

Un segment MN chargé par une densité linéique uniforme λ ($\lambda > 0$) est porté par un axe (Ox) avec O le milieu de MN.

La distance MN est égale à $2a$.

Le champ créé par ce segment en un point M(x_0) de l'axe Ox est donné par la relation :

$$E = k \frac{\lambda}{(x_0 - a)^2}$$

1. Calculer la dimension de la constante k (1 point) :

2. Donner l'expression du potentiel élémentaire dV en fonction de λ , ϵ_0 , x_0 et x au point M(x_0) (1 point) :

3. Déterminer alors l'expression du potentiel créé en M(x_0). On n'oubliera pas d'utiliser la symétrie de la répartition de charges (1 point) :

VI – Conductivité dans un solide conducteur (...../ 3 points) :

Un fil d'aluminium (masse molaire atomique : 27 g.mol^{-1} ; masse volumique : $2,7 \text{ g.cm}^{-3}$) de diamètre 1 mm est parcouru par un courant de 5 A.

1. Sachant que chaque atome libère un électron de conduction, déterminer le nombre de porteurs de charges par cm^{-3} (1 point) :

2. Calculer la vitesse d'ensemble de déplacement des électrons de conduction (1 point) :

3. Pour une différence de potentiel appliquée entre deux sections du fil distantes de 10 mètres de 120 volts, calculer la mobilité électronique k .

VII – Effet Compton (...../ 7 points) :

Soit un électron de longueur d'onde λ arrivant sur un électron au repos.
On appelle θ l'angle du photon diffusé avec la direction du photon incident et φ l'angle de l'électron en mouvement.

1. Faire un schéma illustrant l'effet Compton (1 point) :

2. Exprimer la loi régissant l'effet Compton de deux manières différentes (1 point) :

On rappelle que $1 - \cos \theta = 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}$.

**Le détecteur de photons est à 45° de l'horizontal.
Les photons incidents ont une énergie de 75 keV.**

3. Calculer la longueur d'onde λ' des photons diffusés (1 point) :

4. En déduire l'énergie E' (en J et en KeV) des photons diffusés (1 point) :

5. Calculer l'énergie cinétique E_c des électrons (1 point) :

6. En déduire la vitesse v des électrons en mécanique classique. Ce résultat est-il acceptable ? (1 point) :

7. Dans le cas contraire, donner une méthode permettant de déterminer la vitesse des électrons. Faire l'application numérique (1 point) :

VIII – Etude d'un mélangez de sucres (...../ 3 points) :

On a réalisé un mélange en dissolvant 15g de saccharose et 25 g de fructose dans 250 mL d'eau pure.

On donne le pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D$ pour la raie D du sodium :

Saccharose : + 66,5 °.dm⁻¹.g⁻¹.cm³

Fructose : - 91,8 °.dm⁻¹.g⁻¹.cm³

M(Saccharose C₁₂H₂₂O₁₁) = 342 g.mol⁻¹

M(fructose C₆H₁₂O₆) = 180 g.mol⁻¹

Ce mélange est analysé. On sait que la longueur de la cuve de l'analyseur est l=20 cm.

1. Déterminer les concentrations massiques C_m en fructose et en glucose de la solution (1 point) :

2. Par une analyse dimensionnelle, déterminer l'expression de l'angle α dont tourne la lumière en fonction de $[\alpha]_D$, C_m et l (1 point) :

3. Déterminer alors la valeur de l'angle dont tourne une lumière monochromatique polarisée initialement verticale (1 point) :

IX – Rayons X et atténuations (...../ 5 points) :

On étudie un faisceau de rayons X parallèle et monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,134 \text{ nm}$. Il traverse une feuille de nickel Ni d'épaisseur $10 \text{ }\mu\text{m}$.

1. Quelle est l'énergie d'un photon X (1 point) :

2. Calculer le pourcentage de photons transmis et de photons absorbés par cette feuille de nickel (1 point) :

Données : $\mu_m(\text{Ni}) = 4,6 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$ $\rho(\text{Ni}) = 8,9 \text{ g.cm}^{-3}$

3. Calculer l'épaisseur de demi-atténuation CDA du nickel en μm (1 point) :

Le nickel est remplacé par du cobalt de même épaisseur.

4. Calculer le pourcentage de photons transmis et de photons absorbés par cette feuille de cobalt. Que peut-on en conclure ? (1 point) :

Données : $\mu_m(\text{Co}) = 240 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$ pour $\lambda = 0,134 \text{ nm}$ $\rho(\text{Co}) = 8,9 \text{ g.cm}^{-3}$

5. Quelle épaisseur de nickel est équivalente à une feuille de $10 \text{ }\mu\text{m}$ de cobalt (1 point) :

X – Désintégration du Radium (...../ 4 points) :

Le radium Ra ($A = 226$ et $Z = 88$) se désintègre en Radon Rn selon le mode d'émission α .

1. Ecrire l'équation de désintégration et indiquer les A et Z de chaque élément utilisé (1 point) :

2. D'après les valeurs des masses atomiques, calculer l'énergie libérée (en MeV) au cours de la désintégration alpha du radium 226 (1 point).

$M(\text{Ra}) = 226,10309 \text{ uma}$
 $m(\text{He}) = 4,00388 \text{ uma}$

$m(\text{Rn}) = 222,09397$
 $1 \text{ uma} = 931,2 \text{ MeV}\cdot\text{c}^{-2}$

3. En déduire l'énergie cinétique des particules alpha (1 point) :

4. Quelle est la proportion de l'énergie cinétique des particules alpha par rapport à l'énergie émise par la désintégration ? Que devient l'énergie restante ? (1 point) :

Quelques conseils avant le concours :

Tout d'abord, j'espère que les colles et séminaires de physique proposés à Objectif Concours cette année ont été utiles, permettant de reprendre tout ce qui a été vu cette année.

Avec ce concours blanc, j'ai tenté de balayer la plus grande partie du programme, avec à chaque fois un exercice extrait des annales (de la faculté ou d'OC).

Quelques conseils pour le concours :

- ✓ **Indiquer à chaque fois le nom de la loi utilisée (si elle en possède une).**
 - ✓ **Extraire l'inconnue recherchée afin d'établir l'expression littérale la plus simple possible (cela facilitera ensuite vos calculs).**
 - ✓ **Lors des applications numériques, revenir toujours aux unités SI.**
 - ✓ **Ne pas oublier l'unité de votre résultat.**
 - ✓ **Si le temps le permet, faire une phrase de conclusion reprenant le résultat et commentant sa valeur.**
 - ✓ **Ecrire lisiblement, au stylo et relire son orthographe ! Encadrer l'expression littérale et souligner l'application numérique.**
-

Bon courage pour cette dernière période de révision et bonne chance pour le concours.

Monsieur Fontaine