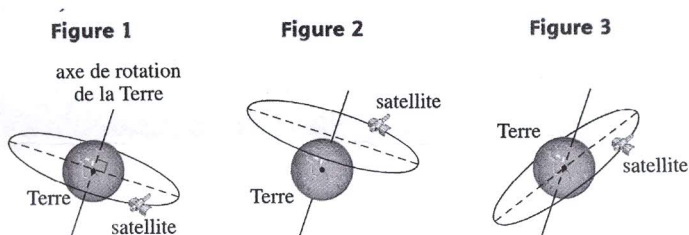


I. Satellites [1, 2, 2+1, 1, 2+2, 2, 2]

A. Pluton, planète naine du système solaire de masse $M_P = 1,3 \cdot 10^{22}$ kg, a un satellite nommé Charon. Ce satellite a pour masse $M_C = 1,8 \cdot 10^{21}$ kg et son centre se situe à une distance $r = 1,9 \cdot 10^4$ km du centre de Pluton. Sa trajectoire autour de Pluton est circulaire.

1. Dans quel référentiel étudie-t-on le mouvement de Charon autour de Pluton ?
2. A l'aide de la 2^e loi de Newton, donner les caractéristiques du vecteur accélération \vec{a} du centre de gravité G de Charon.
3. En déduire l'expression de la vitesse v de Charon en fonction de la masse M_P de Pluton et de la distance r .
Calculer sa valeur en km/s.
4. Exprimer la période de révolution T de Charon en fonction de r et v .
5. Retrouver la 3^e loi de Kepler. Calculer la valeur de la période et l'exprimer en jours solaires.

B. On propose 3 trajectoires hypothétiques de satellite en mouvement circulaire uniforme autour de la Terre.



1. Montrer que, seule, l'une de ces trajectoires est incompatible avec les lois de la mécanique.
2. Quelle est la seule trajectoire qui peut correspondre à un satellite géostationnaire ?
Justifier les réponses.

II. Oscillateur mécanique [6, 4, 6, 2]

Un solide S de masse $m = 245$ g est attaché à une extrémité d'un ressort à spires non jointives de raideur $k = 10$ N/m. L'autre extrémité du ressort est fixée à un support solide d'un banc à coussin d'air horizontal sur lequel le solide peut glisser sans frottement.

Le solide est écarté de sa position d'équilibre d'une distance $a = 2,0$ cm ; le ressort est alors *comprimé*. S est ensuite lâché, sans vitesse initiale, à la date $t = 0$.

1. Faire l'inventaire des forces appliquées au solide et les indiquer sur une figure soignée. Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre de gravité G de S dans un repère $(O; \vec{i})$ parallèle à l'axe principal du ressort. $x_0 = 0$ est l'abscisse de G lorsque le ressort a sa longueur naturelle.
2. Montrer que la solution de l'équation différentielle peut s'écrire sous la forme $x = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$.
Exprimer ω_0 en fonction des grandeurs caractéristiques de l'oscillateur et en déduire l'expression de la période propre T_0 .
3. Déterminer les valeurs numériques de X_m , φ , ω_0 et T_0 et écrire l'équation horaire du mouvement du centre d'inertie de S.
4. Calculer la valeur de la vitesse de S lorsque G passe pour la première fois par la position $x = x_0 = 0$.

Examen de fin d'études secondaires 2011

Sections: **BC**

Branche : **PHYSIQUE**

page 2

Numéro d'ordre du candidat

III. Interférences lumineuses [3, 4]

On réalise une expérience d'interférences lumineuses avec le dispositif des fentes de Young. La distance entre les fentes vaut 1,0 mm et la distance du plan des fentes à l'écran d'observation E mesure 2,0 m.

1. Les 2 fentes S_1 et S_2 sont éclairées par une onde lumineuse bleue de fréquence $\nu_1 = 625000$ GHz. Calculer l'interfrange i_1 observé sur l'écran E.
2. S_1 et S_2 sont maintenant éclairées par une onde lumineuse rouge-orangé de longueur d'onde λ_2 . On constate alors que le milieu de la seconde frange sombre occupe la place qu'occupait le milieu de la seconde frange brillante du système de franges précédent. La frange centrale est notée zéro. Déduire de cette expérience λ_2 .

IV. Relativité restreinte [2, 2, 2]

Motiver chaque fois les réponses.

1. Certains objets célestes fort distants, les quasars, s'éloignent de nous à une vitesse d'au moins 0,5-c. Quelle est la célérité de la lumière que nous recevons de ces quasars ?
2. Un vaisseau spatial en forme de sphère passe au-dessus d'un observateur terrestre à une vitesse de 0,8-c. Quelle forme l'observateur percevra-t-il au passage du vaisseau ?
3. Un astronaute, qui se dirige vers une étoile à grande vitesse constante, peut déterminer qu'il est en mouvement à partir
 - a) de la contraction d'une règle à bord ;
 - b) du ralentissement du temps indiqué par les horloges ;
 - c) de l'augmentation de sa masse ;
 - d) du ralentissement des battements de son cœur ;
 - e) aucune de ces réponses.

V. Radioactivité [2, 3, 1, 5, 2, 1]

Carte d'identité du phosphore $^{32}_{15}\text{P}$	
Type de radioactivité	β^-
Energie du rayonnement émis	1,7 MeV
Constante radioactive λ	$5,6 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$
Masse du noyau	$5,30803 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$
Demi-vie T	14 j

L'injection en voie veineuse d'une solution contenant du ^{32}P radioactif permet dans certains cas de traiter une production excessive de globules rouges au niveau des cellules de la moelle osseuse.

1. Ecrire l'équation de la désintégration du noyau ^{32}P , sachant que le noyau fils correspond à un isotope du soufre noté ^A_ZS . En énonçant les lois utilisées, déterminer les valeurs de A et Z.
2. La masse du noyau fils valant $5,30763 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$, vérifier par le calcul la valeur, donnée dans la carte d'identité ci-dessus, de l'énergie du rayonnement émis par la désintégration du ^{32}P . (On néglige l'énergie de l'antineutrino.)
3. Pour la très grande majorité d'entre eux, les noyaux fils obtenus ne sont pas dans un état excité. A quel type de rayonnement particulièrement pénétrant le patient n'est-il pas exposé ?
4. Etablir la loi de décroissance du nombre $N(t)$ de noyaux radioactifs d'un échantillon en fonction de la constante radioactive λ et du nombre de noyaux radioactifs N_0 existant à la date $t = 0$.
5. Définir le temps de demi-vie radioactive T et établir la relation qui existe entre T et λ .
6. Vérifier, par le calcul, la valeur approchée du temps de demi-vie proposée dans la carte d'identité.

Relevé des principales constantes physiques

Grandeur physique	Symbole usuel	Valeur numérique	Unité
Constante d'Avogadro	N_A (ou L)	$6,022 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
Constante molaire des gaz parfaits	R	8,314	$\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
Constante de gravitation	K (ou G)	$6,673 \cdot 10^{-11}$	$\text{N m}^2 \text{kg}^{-2}$
Constante électrique pour le vide	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	$8,988 \cdot 10^9$	$\text{N m}^2 \text{C}^{-2}$
Célérité de la lumière dans le vide	c	$2,998 \cdot 10^8$	m s^{-1}
Perméabilité du vide	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$	H m^{-1}
Permittivité du vide	$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$	$8,854 \cdot 10^{-12}$	F m^{-1}
Charge élémentaire	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
Masse au repos de l'électron	m_e	$9,1094 \cdot 10^{-31}$ $5,4858 \cdot 10^{-4}$ 0,5110	kg u MeV/c^2
Masse au repos du proton	m_p	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ 1,0073 938,27	kg u MeV/c^2
Masse au repos du neutron	m_n	$1,6749 \cdot 10^{-27}$ 1,0087 939,57	kg u MeV/c^2
Masse au repos d'une particule α	m_α	$6,6447 \cdot 10^{-27}$ 4,0015 3727,4	kg u MeV/c^2
Constante de Planck	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	J s
Constante de Rydberg de l'atome d'hydrogène	R_H	$1,097 \cdot 10^7$	m^{-1}
Rayon de Bohr	r_1 (ou a_0)	$5,292 \cdot 10^{-11}$	m
Energie de l'atome d'hydrogène dans l'état fondamental	E_1	-13,59	eV

Grandeurs liées à la Terre et au Soleil (elles peuvent dépendre du lieu ou du temps)		Valeur utilisée sauf indication contraire	
Composante horizontale du champ magnétique terrestre	B_h	$2 \cdot 10^{-5}$	T
Accélération de la pesanteur à la surface terrestre	g	9,81	m s^{-2}
Rayon moyen de la Terre	R	6370	km
Jour sidéral	T	86164	s
Masse de la Terre	M_T	$5,98 \cdot 10^{24}$	kg
Masse du Soleil	M_S	$1,99 \cdot 10^{30}$	kg

Conversion d'unités en usage avec le SI

1 angström	$= 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
1 électronvolt	$= 1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
1 unité de masse atomique	$= 1 \text{ u} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,49 \text{ MeV}/c^2$