### Epreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Section: B.C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

Juin 2015

#### I. Mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur

(16 points)

Lors d'une épreuve de lancer du marteau en athlétisme, une boule d'acier de masse 7,26 kg est mise en mouvement par le lanceur et puis lâchée après plusieurs rotations. Le mouvement de l'engin peut, avec une très bonne approximation, être assimilée au mouvement du centre de masse de la boule. La résistance de l'air peut être négligée.

La boule est lâchée à l'instant t=0 lorsqu'elle se trouve à une hauteur de 2,0 m au-dessus du niveau (horizontal) du terrain de sport, à une vitesse de 25,5 m/s. La vitesse initiale  $\bar{v}_0$  du mobile fait un angle de 43° (vers le haut) avec l'horizontale.

- a) Faire une figure et déterminer le vecteur accélération de la boule au cours de son vol. Etablir les équations paramétriques (position et vitesse) du mouvement dans un repère approprié et en déduire l'équation cartésienne de la trajectoire. (8)
- b) Calculer le temps de vol et déterminer l'abscisse du point d'impact du marteau sur le sol. (4)
- c) Quelle est la hauteur maximale atteinte par la boule dans sa trajectoire ? (2)
- d) Quelle devrait-être l'intensité de la vitesse initiale de la boule pour atteindre une distance (abscisse) de 80 m, l'angle formé par la vitesse initiale  $\vec{v}_0$  et l'horizontale restant inchangé. (2)

### II. Ondes mécaniques

(12 points)

- Etablir l'équation d'une onde progressive se propageant sans amortissement dans le sens positif d'un axe Ox. (6)
- 2. Une corde est tendue avec une force d'intensité 0,64 N. Sa masse linéique vaut 10 g/m. Une extrémité de la corde (supposée très longue) est fixée à un vibreur envoyant des ondes transversales à travers la corde.
  - L'équation du mouvement d'un point M de la corde s'écrit :  $y_M(t) = y_{\text{max}} \sin(50\pi t + \frac{\pi}{2})$ .
  - a) Trouver l'équation du mouvement d'un point N de la même corde se trouvant à 2,4 m de M. Donner cette équation sous une forme simplifiée ! (3)
  - b) Quel phénomène peut se produire si la corde n'est pas « infiniment » longue mais tendue entre deux bornes ? Justifier la réponse ! (2)
  - c) A quelle(s) distance(s) faut-il placer les bornes pour observer le phénomène de la question précédente avec notre corde ? (1)

### III. Petites questions

(10 points)

- Soient S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> deux sources cohérentes émettant des ondes circulaires dans un milieu à 2 dimensions.
   Quelle condition ces sources doivent-elles remplir pour que sur la médiatrice du segment [S<sub>1</sub> S<sub>2</sub>] se trouve une frange d'interférences destructives ? Justifier la réponse ! (3)
- 2. Quelle modification le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène subirait-il si l'énergie de cet atome n'était pas quantifiée ? Justifier la réponse ! (3)
- 3. Dans un spectrographe de masse, une particule de charge q et de masse m est accélérée, à partir du repos, par une tension U. Soit r le rayon de sa trajectoire dans le champ magnétique uniforme d'intensité B. A-t-on:
  - a) r est proportionnel à m,
  - b) r est proportionnel à la racine carrée de m ou
  - c) aucune de ces réponses ? Justifier votre choix ! (4)

# IV. Dualité onde-corpuscule

(7 points)

Une source lumineuse monochromatique émet un faisceau de lumière de longueur d'onde 560 nm et de puissance 80mW.

- a) Calculer l'énergie d'un photon du faisceau. (1)
- b) Combien de photons sont émis par seconde ? Quelle est la quantité de mouvement d'un photon ? (3)
- c) Cette lumière éclaire une couche métallique et provoque un effet photoélectrique. La vitesse maximale des électrons émis peut être mesurée à 290 km/s. Calculer le travail d'extraction de ce métal en eV, ainsi que la longueur d'onde seuil pour l'effet photoélectrique de ce métal. (3)

## V. Désintégration de noyaux et de particules.

(15points)

- 1. Etablir la loi de désintégration radioactive. Définir la demi-vie et déduire la relation entre la demi-vie et la constante de désintégration. (8)
- 2. Exercice : Désintégration de pions.

La masse (au repos) des pions positifs( $\pi^+$ ) est égale à 140  $\frac{\text{MeV}}{c^2}$  et la demi-vie dans un référentiel où ils sont au repos est de 1,8·10<sup>-8</sup>s. Une source émet des pions d'une énergie cinétique 600 MeV.

- a) Calculer la vitesse des pions. (calcul relativiste) (4)
- b) Calculer la demi-vie des pions dans le référentiel du laboratoire. (1)
- c) Quel pourcentage des pions atteint un détecteur situé à 20 m de la source ? (2)

## Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Sections : B et C

Branche: Physique

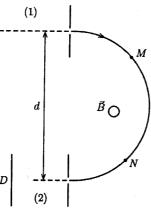
Numéro d'ordre du candidat

Septembre 2015

### 1. MOUVEMENT DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE

Un électron, initialement au repos, est accéléré sous une tension  $U_1 = 0.2$  kV entre les plaques du condensateur (1). Il pénètre ensuite dans un champ magnétique  $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure. Après avoir parcouru un demi-cercle, l'électron entre dans le condensateur (2) dont la plaque D sert de détecteur d'électrons.

- a) Représenter aux points M et N la force de Lorentz  $\vec{f}$ exercée sur l'électron. Exprimer  $\vec{f}$  dans la base de Frenet.
- b) Montrer que le mouvement de l'électron est uniforme et établir l'expression de la valeur de sa vitesse en fonction de l'intensité de  $\vec{B}$  et du diamètre d de la trajectoire circulaire.



Points: 3+4+4+2 = 13

- c) Calculer la valeur de la vitesse de l'électron à la sortie du condensateur (1). Déterminer le sens du champ magnétique et calculer son intensité sachant que d=8 cm.
- d) La tension  $U_2$  entre les plaques du condensateur (2) est initialement nulle. On l'augmente jusqu'à ce qu'aucun électron ne soit détecté en D. Donner, sans calcul, cette valeur limite de  $U_2$  et indiquer la polarité des plaques.

### 2. EXPÉRIENCE DE MELDE

POINTS: 8+2+1 = 11

On étudie une corde de masse linéique  $\mu = 7,72~{\rm g\cdot m^{-1}}$  et de longueur  $\ell = 7,2~{\rm m}$  dont une extrémité est animée par un vibreur de fréquence  $f=20\,\mathrm{Hz}$  et dont l'autre est soumise à une force  $\vec{F}$ .

- a) En se basant sur l'élongation de la source, établir l'expression du mouvement en tout point de la corde et en déduire les abscisses des ventres d'une onde stationnaire.
- b) Calculer les intensités des forces à appliquer si l'on veut réaliser une onde stationnaire avec un ou deux ventres.
- c) Expliquer comment il faut varier l'intensité de la force si l'on veut multiplier le nombre de fuseaux par trois ou quatre?

Page 1 sur 3

#### Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2015

Sections : B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat

### 3. OSCILLATEUR MÉCANIQUE

POINTS: 4+3+1+(3+1)+3=15

Un solide S de masse 680 g peut se déplacer sans frottements le long d'un axe horizontal Ox. S est relié à un ressort de raideur  $k = 65 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ , dont l'autre extrémité est fixe. À l'équilibre, le centre de gravité G du solide se projette sur Ox en O, origine des abscisses.

On écarte le solide de  $\Delta x = 11$  cm de sa position d'équilibre. À l'instant t = 0 s, le solide est lâché

- a) Faire une figure et le bilan des forces à l'instant t=0. Établir l'équation différentielle du
- b) Donner une équation horaire générale du mouvement du solide S et vérifier qu'elle est une solution de l'équation différentielle. Indiquer la solution avec les valeurs numériques.
- c) Calculer la période propre du système.
- d) Exprimer l'énergie mécanique totale du système, en fonction de k, m, x et  $\dot{x} = \frac{dx}{dx}$ .
  - [1] Montrer que l'énergie mécanique est constante. En déduire l'expression de l'énergie mécanique en fonction de la constante de raideur k du ressort et de l'amplitude  $X_m$ .
  - [2] Calculer la valeur de l'énergie mécanique.
- e) Calculer la vitesse maximale et en déduire l'accélération maximale du solide S.

#### 4. PHYSIQUE NUCLÉAIRE

POINTS: 2+3+2+2+2 = 11

À la rentrée 2000, le laboratoire de physique d'un lycée a acheté une source radioactive de césium 137, émetteur  $\beta^-$  ayant une activité de 63,4 kBq. La demi-vie de cet isotope du césium est 30,07 a. Le noyau fils est émis dans un état excité.

- a) Écrire les équations des transformations nucléaires.
- b) Calculer la masse du césium contenue dans la source à la date de l'achat. La masse d'un atome de césium est 136.9 u.
- c) Calculer l'activité de la source à la rentrée 2014.

283.4

- d) Sans calcul, donner la date à laquelle l'activité n'est plus que 25% de l'activité initiale.
- e) La figure ci-contre montre le diagramme énergétique du novau fils. Calculer la longueur d'onde du rayonnement émis lors de la transition de l'état excité c vers l'état fondamental a.

### Épreuve écrite

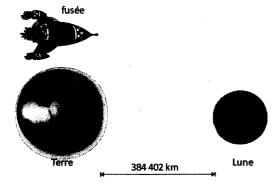
Examen de fin d'études secondaires 2015

Sections : B et C
Branche : Physique

#### 5. RELATIVITÉ

POINTS: 2+1+2+3+2 = 10

Dans un futur lointain des touristes de la Vénus vont passer leurs vacances sur Mars. Les quatre astres étant alignés au cours de ce voyage, ils vont passer près de la Terre et de la Lune. Le voyage Terre-Lune est surveillé depuis un centre de contrôle installé sur la Terre en coopération avec un contrôleur sur la Lune.



La distance de la Terre à la Lune, mesurée dans le référentiel Terre---Lune, est de 384 402 kilomètres.

Au cours de ce voyage le mouvement de la Lune autour de la Terre est négligeable.

La navette touristique effectue le trajet à la vitesse v = 0.15 c.

Les horloges de la Lune et de la Terre ont été synchronisées par l'envoi d'un signal lumineux.

- a) Définir intervalle de temps propre et intervalle de temps impropre.
- b) Les passagers et le centre de contrôle vont mesurer la durée du trajet Terre-Lune. Qui va mesurer la durée propre ? Justifier.
- c) Est-ce que les passagers de la navette verront la distance Terre-Lune plus grande ou plus petite que les observateurs dans le référentiel de la Terre ? Justifier.
- d) Calculer la différence des durée du trajet Terre--Lune mesurée par les passagers de la navette et le centre de contrôle sur la Terre.
- e) Une autre navette NGV (navette à grande vitesse) atteint une vitesse de v'>v. Comparer les distances parcourues dans les référentiels des passagers des deux navettes ?

- :	=	<u> </u>											2	>	5	₹	Alli
Į																	₂He
,008		· 		L	ble	Q D	éric	Tableau périodique	10							•	Helium 4.003
Ľ 4	še			•		<u>.</u>	! ;		) 5			<b>8</b>	ပ္ဖ	Z,	Q	ų	o Ne
C,941 9,	Bényilium 9,012											10 & 1	Carbone 1.7 0.1	Azote	Oxygène	Flior	N6on
	Ž	b0										T			ł	<b>5</b>	18 Ar
Sodium Mag 22,99 2	Magnésium 24,31	Illa	IVa	- Va	Vla	VIIa		RIIN		e	Ell		Silicium 78.09	Phosphore		Chlore	Argon
19 <b>K</b>	S Ca		22 <b>Ti</b>	Λε2	24 Cr	25 Mn	≥6 <b>Fe</b>	24 Cr 25 Min 26 Fe 27 Co	<b>N</b> 82	J S	30 Zn	31 <b>Ga</b>	31 Ga 32 Ge		1 -	R.	1 "
	Calcium	Scandium	Titane	Vanadium	Chrome	Manganèse	Fer	Cobalt	Nickel	Cuivre	Zinc	Gallium	Germanium	Arsenic		Brome	
01,50	8	44,96	47,87	50,94	52,00	54,94	55,85	58,93	58,69	63,55	65,39	69,72	72,61	74,92	78,96	79,90	83,80
	Š	39 ₹	40 <b>Zr</b>	41 Nb	41 Nb 42 Mo 43 Tc		4 Ru	45 Rh	<sup>46</sup> Pd	47 Ag 4	₽S \$	ul 67	SoSn	S1Sb	<sub>52</sub> Te	-5	₹ Xe
Rubidium S	trontium	Yttrium	Zironium	Niobium	Motybdène	Technétium	Ruthénium	Rhodium		Argent	Cadmium	Indium	Étain	Antimoine	Teffurium	ebo	Xénon
+	70,0	+	91,22	92,91	95,94	88	101,1	102,9	106,4	107,9	112,4	114,8	118,7	121,8	127,6	126,9	131,3
	<sub>56</sub> <b>Ba</b>	l anthonida	72 Hf	яТа	₩ 47	⅓ Re	% <b>Os</b>	71 L	28 <b>Pt</b>	<sup>3</sup> Au	» Hg	<b>IT</b> 18	ad 28	-	<sup>84</sup> P0	85 At	Rn
Césium 132,9	Baryum 137,3		Hafnium 178,5	Tantale 180,9	Tungstene 183,8	Rhénium 186,2	Osmium 190,2	irdium 192.2	Platine 106.4	o 197.0	Mercure 200.6	Theilium 204.4	Promb		Polonium	Astate [210]	Radon
87 Fr 8	88 Ra	_	104 Rf	105 <b>Db</b>	106 <b>Sg</b>	107 <b>Bh</b>	108 HS	109 Mt	IIO UII	104 Rf 105 Db 106 Sg 107 Bh 108 HS 109 Mt 110 Uun 111 Uuu 112 Uub	112 Uub					(17)	(777)
	Radium [226]	Acumoe	Rutherfordium Dubnium [261]	Dubnium [262]	Seaborgium [263]	Bohrlum [264]	Hassium [265]	Meitnerium [268]	[269]	[7.7]	(777)						

							Lanthar	Lanthanide et Actinide	ē.						
ώ	57 <b>La</b>	8. E	S9 Pr	60 Nd	61 Pm	Ez Sm	es Eu	<sup>8</sup> Gd	es Tb	% DY	67 Ho	88 <b>Er</b>	®Tm	o.Yb	η Γn
	138,9	140,1	140,9	144,2	[147]	150,4	152,0	157,3	158,9	Dysprosium 162,5	Holmisum 164,9	Erbium 167,3	Thullum 168,9	Ytterbium 173,0	Lutbfum 175
7.	® Ac	۳ .	91 <b>Pa</b>	»C	gN 88	№ Pu	95 Am	<sup>∞</sup> Cm	97 <b>Bk</b>	چ	99 ES	100 Fm	PW 101	102 <b>NO</b>	103 <b>Lr</b>
	(227)	1 Dorlum 232,0	Protactinium 231,0	Uranium 238,0	Neptunium [237]	Plutonium [244]	Américium [243]	Ounium [247]	Berkelfum [247]	Californium [251]	Einsteinium [252]	Fermium [257]	Mendélévium [258]	Nobelium [259]	Lawrencium [262]