

## Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section B et C

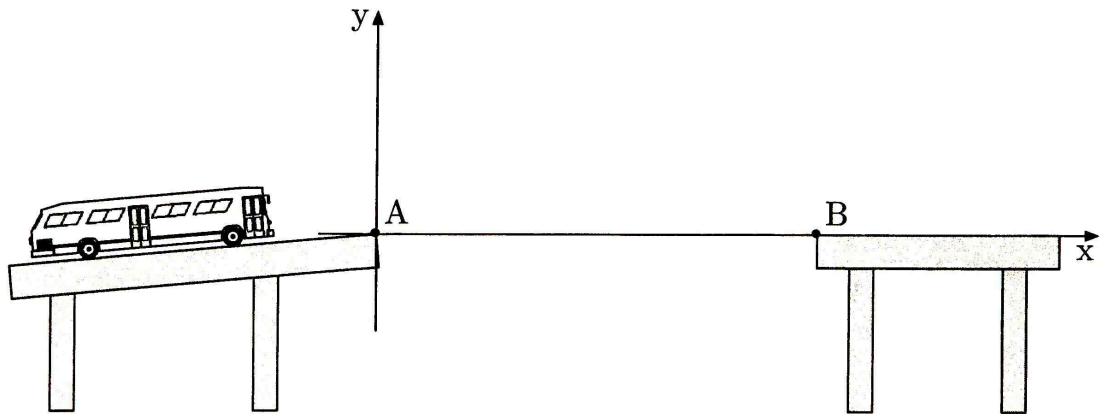
Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

### A. Mouvement dans un champ de pesanteur

(16 points)

Dans le film d'action « Speed » un bus, dont la vitesse est de 108 km/h, doit passer un pont en construction. La partie non achevée du pont a une largeur de  $AB = 15,2$  m. La première partie du pont est inclinée d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale.



1. Faites l'étude dynamique et cinématique du mouvement du bus, traité comme masse ponctuelle, et établissez ses équations horaires générales. (6)
2. Déduisez l'équation cartésienne de la trajectoire. (1)
3. Expliquez pourquoi la première partie du pont doit être inclinée d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale. Justifiez sans calcul! (3)
4. Montrez que, pour une cascade réussie, il faut que :

$$\sin 2\alpha = \frac{g \cdot AB}{v_0^2}$$

et calculez la valeur de  $\alpha$ . (4)

5. Déterminez l'intensité de la vitesse en B. (2)

## Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section B et C

Branche: Physique

Numéro d'ordre du candidat:

### B. Oscillations électriques

(17 points)

1. Établissez l'équation différentielle des oscillations libres électriques dans un circuit comprenant un condensateur de capacité  $C$  et une bobine d'inductance  $L$ , de résistance négligeable. (5)
2. Démontrez sous quelle condition  $q(t) = Q_m \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \varphi)$  est une solution de l'équation différentielle. (2)
3. La fréquence d'oscillations d'un circuit  $LC$  (sans pertes) est égale à 300 kHz. L'inductance de la bobine est égale à 0,6 mH. La tension maximale aux bornes du condensateur est égale à 400 V.
  - a) Calculez la capacité  $C$  du condensateur ainsi que la charge maximale du condensateur. (3)
  - b) Calculez l'énergie totale dans le circuit ainsi que la valeur maximale du courant qui circule. (3)
  - c) Déduisez l'équation horaire  $i(t)$  du courant électrique dans le circuit à partir de la solution de l'équation différentielle. Indiquez les valeurs numériques des grandeurs physiques intervenant dans  $i(t)$ , sachant qu'à l'instant initial la tension aux bornes du condensateur est maximale. (4)

### C. Dualité onde-corpuscule

(13 points)

1. Expliquez pourquoi les résultats de l'expérience de Hertz sont en contradiction avec la théorie ondulatoire de la lumière. (3)
2. Énoncez l'hypothèse qui est la base du modèle corpusculaire de la lumière. Utilisez ce modèle pour donner une interprétation de l'effet photoélectrique. (4)
3. Le travail d'extraction pour le cuivre vaut 4,4 eV.
  - a) Discutez si la lumière visible est capable d'extraire des électrons du cuivre. (spectre visible : 400 nm à 750 nm) (3)
  - b) Déterminez la quantité de mouvement des photons capables d'extraire des électrons, ayant après l'extraction une vitesse de 600 km/s. (3)

## Épreuve écrite

Examen de fin d'études secondaires 2014

Section B et C

Branche: Physique

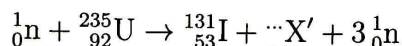
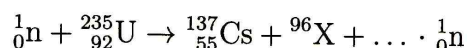
Numéro d'ordre du candidat:

### D. Physique nucléaire

(14 points)

1. À l'instant  $t = 0$  on dispose de  $N_0$  noyaux radioactifs d'un même isotope. En admettant que le nombre de désintégrations radioactives par unité de temps est proportionnel au nombre de noyaux radioactifs encore présents, établissez la loi de décroissance radioactive. (5)
2. 20 jours après le tremblement de terre du 11 mars 2011 au Japon, la centrale nucléaire Fukushima Daiichi reste dans un état critique. Les substances radioactives créées auparavant lors de la réaction de fission ne sont plus confinées dans les barreaux de combustibles et se dégagent dans l'environnement.

Voici deux réactions qui ont lieu lors de la fission de l'uranium  $^{235}\text{U}$  dans les barreaux :



- a) Complétez les équations bilan et donnez le nom des éléments inconnus. Justifiez en indiquant les lois physiques sur lesquelles vous vous basez. (2)
- b) La désintégration radioactive du césium  $^{137}\text{Cs}$  produit du baryum. Écrivez l'équation bilan de la désintégration. Justifiez! (2)
- c) Au Luxembourg, le service de radioprotection a mesuré le 25 mars 2011 une concentration d'iode  $^{131}\text{I}$  dans l'air de  $0,49 \text{ mBq/m}^3$ . Calculez la masse de l'iode radioactif contenue dans l'air d'une salle d'un volume de  $200 \text{ m}^3$ . (4)
- d) Pourquoi les experts du service de radioprotection luxembourgeois savaient-ils que la contamination d'iode  $^{131}\text{I}$  mesurée le 25 mars 2011 au Luxembourg ne pouvait pas provenir de l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl du 26 avril 1986 ? En effet, la retombée du césium  $^{137}\text{Cs}$  de Tchernobyl est encore mesurable aujourd'hui. Expliquez! (1)

$\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} \text{X}$	${}_{55}^{137}\text{Cs}$	${}_{53}^{131}\text{I}$
$M$ en u	136,8769	130,8770
demi-vie	30,17 ans	8 jours