LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enfance et de la Jeunesse

EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES CLASSIQUES
2020

BRANCHE	SECTION(S)	ÉPREUVE ÉCRITE
Physique	**CB, CLB, CC, CLC**	*Durée de l'épreuve :* *Date de l'épreuve :*

I. Bond du kangourou roux (18)

Le kangourou roux est réputé pour ses bonds spectaculaires. Sur un terrain horizontal, un tel bond peut atteindre une hauteur de 2 m et une distance de 12 m. Nous nous proposons de déterminer la vitesse initiale du kangourou à partir de ces deux valeurs. Dans la suite, nous allons assimiler le kangourou à un point matériel de masse m, son centre de gravité, évoluant dans le champ de pesanteur terrestre $\vec{g}$.

a) Établir les équations horaires du mouvement d'un point de masse m dans le champ de pesanteur. Déduire des équations horaires l'équation cartésienne de la trajectoire. De quel type de courbe s'agit-il ? (6)

b) Soit D la distance atteinte lors d'un bond. Exprimer D en fonction de g, v_0 et α. (3)

c) Soit H la hauteur du sommet de la trajectoire lors d'un bond. Exprimer H en fonction de g, v_0 et α. (3)

d) Partant des 2 questions précédentes, montrer que $\tan\alpha = 4\frac{H}{D}$. Déduire de cette relation la valeur de α, en prenant H = 2,0 m et D = 12,0 m. (3)

e) Déterminer finalement l'intensité de la vitesse initiale lors d'un bond. Exprimer cette valeur en $\frac{km}{h}$. (2)

f) Vrai ou faux : « Si l'intensité de la pesanteur g était 6 fois plus petite, v_0 et α ayant les mêmes valeurs que ci-dessus, alors la distance D franchie serait 6 fois plus grande. » Justifier la réponse. (1)

II. Lunes de Mars (13)

La planète Mars a 2 lunes, Phobos et Déimos. Les trajectoires de ces deux lunes peuvent être considérées comme circulaires. Soit r le rayon de leurs orbites respectives, et T leur période de révolution autour de Mars (en jour de 24h). On donne le tableau suivant :

	r en km	T en jour
Phobos	9380	0.319
Déimos	23460	1.262

a) Établir l'expression du vecteur accélération d'un objet de masse m en mouvement circulaire de rayon r autour de Mars, en fonction de r, de la masse M de Mars et de la constante de gravitation K. Spécifier le référentiel utilisé. Montrer que si le mouvement d'une lune est circulaire, alors il est aussi uniforme. En déduire l'expression de la vitesse linéaire v en fonction de K, M et r. (6)

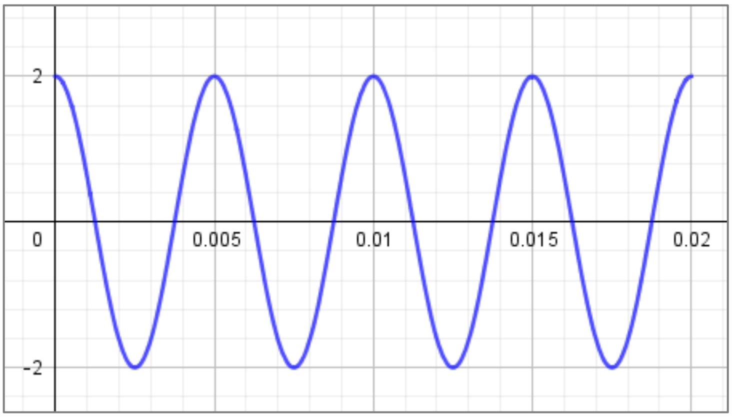
b) À l'aide du tableau ci-dessus, vérifier numériquement si les données sur Phobos et Déimos satisfont à la 3e loi de Kepler dans le cas particulier de mouvements circulaires. (2)

c) Démontrer la 3e loi de Kepler pour un mouvement circulaire en particulier. En déduire la masse de Mars à l'aide du tableau ci-dessus. (4)

d) Vrai ou faux : « Tous les satellites de Mars se trouvent nécessairement dans un même plan, comprenant le centre de Mars. » Justifier la réponse. (1)

III. Circuit LC (12)

Soit un condensateur de capacité C = 0,100 mF. Dans une première phase, on le branche à un générateur de tension U continue jusqu'à ce qu'il soit complètement chargé. Dans une deuxième phase, on le branche aux bornes d'une bobine d'inductance L de sorte à avoir un circuit LC. Nous négligerons la résistance interne de cette bobine. Lorsqu'on enregistre la tension u(t) aux bornes du condensateur, on obtient le diagramme suivant, u(t) étant en V et le temps en s.



a) Établir l'équation différentielle du circuit LC. (4)

b) Montrer qu'une fonction sinusoïdale est solution de cette équation différentielle et préciser sous quelle condition ceci est le cas. (2)

c) Déterminer la phase initiale de la solution en tenant compte des conditions initiales, c'est-à-dire qu'à l'instant initial de la deuxième phase, le condensateur est totalement chargé, et que l'intensité du courant est nulle. (2)

d) Le schéma ci-dessus représente la tension u(t) (en V) aux bornes du condensateur en fonction du temps t (en s). En déduire la période de la tension et calculer la valeur de l'inductance de la bobine. (2)

e) Calculer la valeur maximale du courant qui circule dans ce circuit. (2)

IV. Ondes stationnaires – expérience de Melde (17)

Considérons une corde de longueur L = 80 cm et de masse m = 2 g, tendue horizontalement. Son extrémité droite est attachée à un support fixe. Son extrémité gauche est fixée à la pointe S d'un vibreur effectuant un mouvement sinusoïdal vertical d'une amplitude de 2 cm avec une fréquence f :

$$y_S = Y \sin\left(2\pi \frac{t}{T}\right)$$

La corde est tendue avec une force d'intensité F. Nous négligerons toute perte d'énergie par frottement.

a) Expliquer brièvement la différence entre une onde progressive mécanique et une onde stationnaire. (1)

b) Écrire l'équation de l'onde issue du vibreur S ainsi que celle de l'onde réfléchie à l'extrémité droite. En déduire l'expression de l'amplitude résultante $A(x)$ obtenue par leur superposition en un point M de la corde. (6)

c) Supposons maintenant que l'amplitude du mouvement de la corde en M soit de la forme

$$A(x) = 2Y \sin\left(2\pi \frac{x}{\lambda}\right)$$

Déterminer la position des nœuds de vibration en fonction de la longueur d'onde λ. En déduire une relation entre L et λ. (3)

d) Pour une fréquence f = 100 Hz, on observe 4 fuseaux. Calculer la célérité c de l'onde issue du vibreur ainsi que la valeur de la tension F. (3)

e) Si on augmentait la tension F sans changer les autres paramètres (m, L, f), verrait-on plus ou moins de fuseaux ? Justifier la réponse. (2)

f) On éteint le vibreur et on excite la corde en la pinçant simplement, comme le fait un joueur de guitare. Etablir l'expression des fréquences de vibration de cette corde en fonction de c et L. Calculer la valeur de la fréquence fondamentale avec laquelle elle peut vibrer. (2)