

BA1 en Sciences Biomédicales et Médecine Vétérinaire

Examen**Nom:****Prénom:****Matricule:****Section:**

Q1: /9	Q2: /10	Q3: /12	Q4: /8
--------	---------	---------	--------

Instructions:

L'usage de documents n'est pas autorisé. L'examen dure 2 heures et 15 minutes. Il y a 4 questions. Vous êtes responsables de vérifier que cet examen comporte bien 10 pages. Vous n'êtes pas autorisés à dégraffer les pages de l'examen. Vous êtes autorisés à utiliser une calculatrice (pas de smartphone). Un aide-mémoire vous est fourni à la fin de ce document. Vous pouvez utiliser les résultats du cours théorique sans démonstration, mais pour le reste justifiez bien toutes vos réponses.

Les valeurs numériques peuvent être arrondies au 2e chiffre significatif. Sauf indication contraire, tous les résultats numériques doivent être exprimés dans les unités du Système International. Vous pouvez prendre $g = 10m/s^2$ et $\rho_0 = 1000kg/m^3$.

Lorsqu'il vous est demandé de dessiner une force sur un schéma, on demande que la direction et le sens soient le plus précis possible, mais la norme ne doit pas nécessairement être à l'échelle.

Veillez répondre à chaque question dans l'espace prévu à cet effet après chaque énoncé. S'il vous manque de la place, vous pouvez faire référence au verso d'une des feuilles d'examen pour indiquer où se trouve votre réponse. Veillez à indiquer *très clairement* si vous recourez à ce système. Enfin, le verso des feuilles d'examen peut-être également utilisé comme brouillon pour vos calculs et raisonnements.

Note finale: Le nombre total de points, sur les 4 questions, s'élève à 39 points. Le nombre de points obtenus est rapporté sur 20, et la note de l'examen est alors obtenue en arrondissant à l'entier le plus proche.

QUESTION 1: (9 points)

On considère deux corps ponctuels dans le champ de pesanteur. Le corps 1 est lancé depuis le point O avec une vitesse initiale \vec{v}_1 et le corps 2 est lâché au même instant sans vitesse initiale depuis un point P . On utilise le système d'axes Oxz de la figure 1 dans ce problème. Par rapport au sol, le point O est à une hauteur $H = 15m$ et le point P est à une hauteur $h = 9m$, et la distance le long de l'axe Ox entre O et P est $L = 7m$.

On note θ_1 l'angle positif et inférieur à $\pi/2$ que forme le vecteur \vec{v}_1 avec l'horizontale.

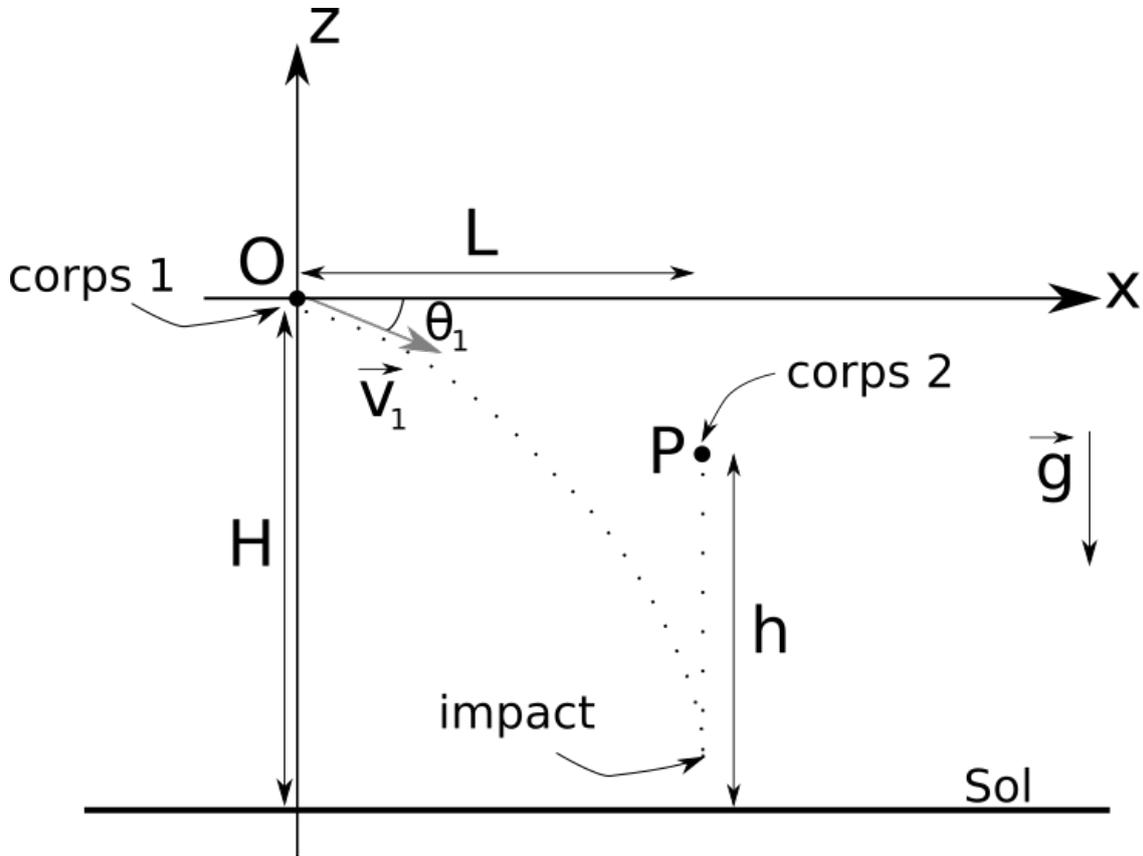


Figure 1: Le corps 1 est lancé depuis le point O , et au même instant le corps 2 est lâché sans vitesse depuis le point P .

1. (1pt) Donner les composantes du vecteur accélération gravitationnelle \vec{g} .
2. (1pt) Exprimer les composantes du vecteur \vec{v}_1 en fonction de sa norme v_1 et de θ_1 .
3. (2pt) Donner les coordonnées $x_1(t)$, $z_1(t)$ et $x_2(t)$, $z_2(t)$ en fonction du temps. Dans votre réponse, vous pouvez garder les paramètres L, H, h et g sans les remplacer par leurs valeurs numériques.

On suppose à présent que les deux corps entrent en collision avant de toucher le sol, à un instant t_c .

4. (2pt) Quelle est la valeur maximale que peut prendre t_c afin que cela soit possible? Exprimer le résultat numériquement.

5. (3pt) Déterminer numériquement v_1 et θ_1 pour $t_c = 0.7s$. A quelle hauteur par rapport au sol la collision a-t-elle lieu?

QUESTION 2: (10 points)

Dans le champ de pesanteur, on considère un corps ponctuel en un point P de masse $m = 12\text{kg}$ attaché à un ressort de constante de rappel $k = 7500\text{N/m}$. Le ressort est attaché à son autre extrémité en un point fixe O . L'élongation e du ressort reste constante au cours du temps. Le corps est en mouvement circulaire uniforme dans le plan horizontal Oxy , le centre de rotation C étant situé sur l'axe vertical passant par O . On note α l'angle que fait le ressort avec la verticale Oz . Dans toute cette question, on s'intéresse à l'instant représenté sur la figure 2, où le vecteur \vec{PC} est parallèle à l'axe Ox .

La distance entre O et P vaut $L = 90\text{cm}$, la vitesse angulaire ω de P vaut $1.2\pi\text{rad/s}$.

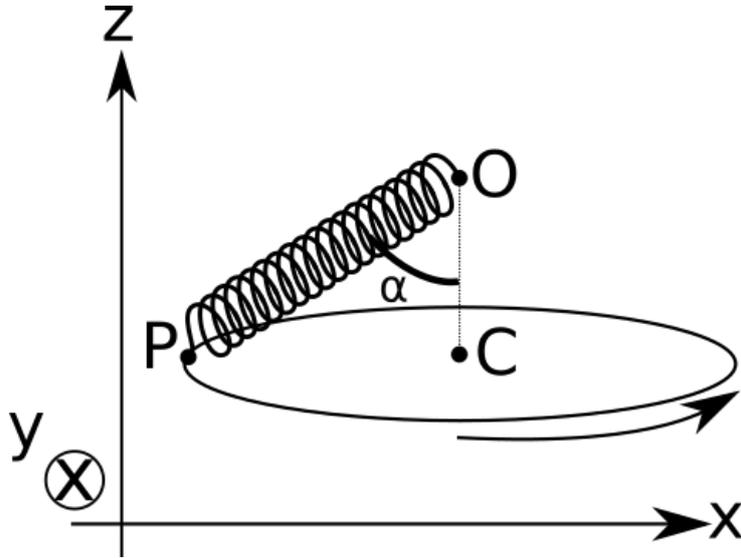


Figure 2: Une masse en P suspendue par un ressort est en mouvement circulaire uniforme de centre C .

1. (1pt) Que vaut le rayon ℓ de ce mouvement circulaire uniforme? Vous pouvez laisser α indéterminé dans votre réponse.
2. (1pt) Représenter toutes les forces qui s'exercent sur le corps au point P sur la figure 2.
3. (2pt) Décomposer la force \vec{R} exercée par le ressort sur la masse m en fonction de k , de son élongation e et de l'angle α .

4. (4pt) Déterminer la valeur numérique de l'angle α et l'élongation e du ressort.

5. (2pt) On suppose maintenant que la vitesse angulaire peut être progressivement diminuée. Quelle est la valeur minimale admissible pour maintenir un mouvement circulaire uniforme?

QUESTION 3: (12 points)

On considère deux personnes effectuant une figure de danse telle que représentée sur la figure 3. On note respectivement C_{G1} et C_{G2} le centre de gravité de la première (au-dessus) et de la seconde (en-dessous). Leurs masses sont $m_1 = 73kg$ et $m_2 = 68kg$ et on suppose qu'ils restent immobiles. En utilisant le système d'axes $Oxyz$ tel que présenté sur la figure 3, on donne de plus les vecteurs suivants:

$$\begin{aligned}\vec{AB} &= (L, 0, 0), \\ \vec{BC_{G1}} &= (-\ell, 0, H), \\ \vec{AC_{G2}} &= (L/3, 0, H/2).\end{aligned}$$

Les paramètres ont les valeurs numériques suivantes: $L = 80cm$, $\ell = 85cm$ et $H = 180cm$. On note \vec{N}_A et \vec{N}_B les forces normales exercées par le sol aux points A et B respectivement.

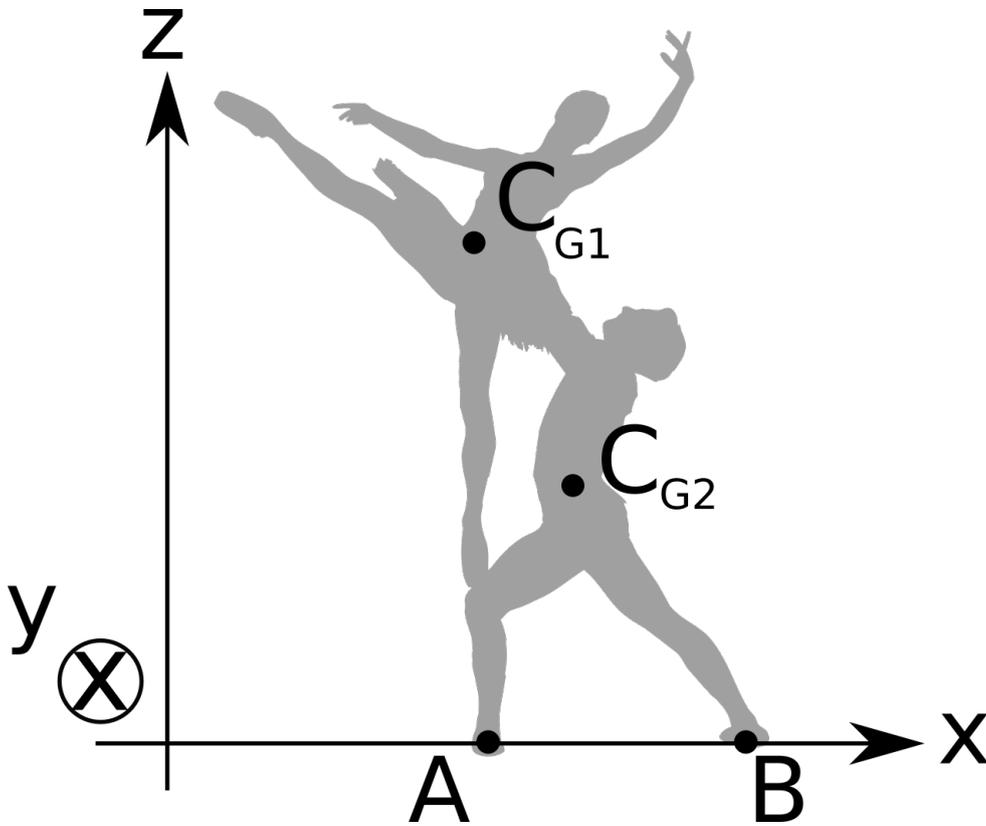


Figure 3: Deux personnes effectuent une figure de danse.

1. (2pt) Que vaut la force $\vec{N}_A + \vec{N}_B$? Donner la valeur numérique.

QUESTION 4: (8 points)

On considère la collision entre un neutron de masse $m_N = 1.7 \times 10^{-27} \text{kg}$ et un noyau d'uranium 235 de masse $m_U = 3.9 \times 10^{-25} \text{kg}$. Après la collision, le neutron est absorbé par le noyau d'uranium pour devenir un noyau d'uranium 236. La vitesse initiale du neutron est dirigée vers le noyau d'uranium et est de norme $v = 2 \times 10^3 \text{m/s}$; le noyau d'uranium est quant à lui immobile avant l'impact.

Tous les corps sont considérés comme ponctuels, et nous supposons que nous pouvons appliquer les lois vues au cours afin d'étudier ce problème.

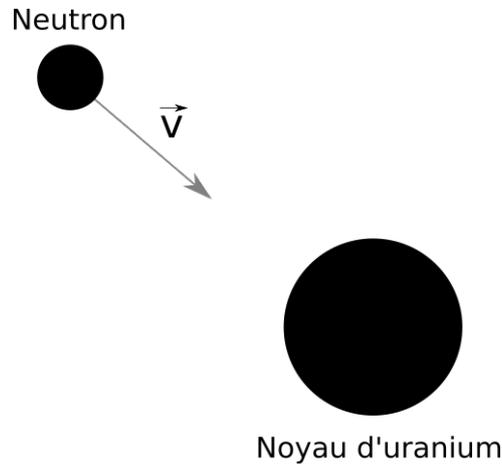


Figure 4: Collision d'un neutron avec un noyau d'uranium 235.

1. (2pt) Quelle est l'énergie cinétique du neutron avant l'impact?
2. (3pt) Calculer la norme V de la vitesse du noyau d'uranium 236 présent après l'impact.

3. (3pt) On constate expérimentalement qu'un tel système produit une énergie égale à 202 MeV , le MeV étant une unité pour l'énergie égale à $1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$. Cette énergie dissipée peut-elle être attribuée à la collision étudiée ci-dessus?

AIDE-MÉMOIRE

$\rho_0 = 1000 \text{kg/m}^3$	$\ \vec{A}\ = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$	$1 \text{atm} = 101325 \text{Pa}$
$g = 10 \text{m/s}^2$	$2 \sin a \cos a = \sin(2a)$	$\sin\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right) = \cos \alpha$
$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z + p$	$\sin(\pi - \alpha) = \sin \alpha$	$\vec{a}_c = -\omega^2 \vec{r}$
$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$	$\ \vec{A} \times \vec{B}\ = AB \sin \theta$	$v = \omega r$
$\cos \alpha = \frac{\text{adjacent}}{H}$	$F_s^{\max} = \mu N$	$Q = Av$
$E_P = \frac{1}{2}kr^2$	$E_P = -m\vec{g} \cdot \vec{r}$	$W = \vec{f} \cdot (\vec{r}_2 - \vec{r}_1)$
$A = \pi R^2$	$\Delta E = W$	$1 \ell = 1000 \text{cm}^3$

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y, A_z B_x - A_x B_z, A_x B_y - A_y B_x)$$