Examen Physique : *Mécanique (1h30)*

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés. Le barème est donné à titre indicatif. Réponses exclusivement sur le sujet. Si vous manquez de place, vous pouvez utiliser le verso des pages.

Exercice 1. Questions de cours (5 points – pas de points négatifs pour le QCM). Pour certaines questions il faut cocher plusieurs bonnes réponses.

1 point pour chaque question si toutes les réponses sont bonnes, sinon 0

1. L'unité du travail W est :
   a. Le Newton
   b. Le Joule
   c. La même que celle de la force
   d. La même que celle de l'énergie

2. Un travail $W > 0$ est dit :
   a. Résistif
   b. Récursif
   c. Moteur
   d. Accélérateur

3. Si une force est perpendiculaire au déplacement le travail est :
   a. Nul
   b. Maximum
   c. Négatif
   d. Dépend de la norme de la force

4. La cinématique est la branche de la physique qui s'intéresse :
   a. Au mouvement indépendamment des causes les produisant
   b. A la cause des mouvements
   c. Au cinéma
   d. Aucune des réponses

5. Dans le système de coordonnées polaires, le vecteur position s'écrit :
   a. $\overrightarrow{OM} = r.\overrightarrow{u_r}$
   b. $\overrightarrow{OM} = \begin{pmatrix} r \\ 0 \end{pmatrix}$
   c. $\overrightarrow{OM} = \begin{pmatrix} 0 \\ r \end{pmatrix}$
   d. $\overrightarrow{OM} = \begin{pmatrix} r \\ \theta \end{pmatrix}$

Exercice 2 : Lancer de javelot (8 pts)

On lance un javelot de masse m = 0,8kg à partir d'un point A situé à une hauteur h=1,95m au-dessus du sol. Sa vitesse initiale est de norme v_0 =10 m/s et fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontal. On prendra l'intensité de l'accélération de la pesanteur g=10m.s^{-2}. Les frottements avec l'air seront négligés.

1. Donner le cadre d'étude (référentiel, système étudié, système de coordonnées). (1 pt)

Terrestre supposé galiléen – Javelot – Cartésien (-0,5pt par faute)

2. En appliquant le PFD, donner l'expression du vecteur accélération. (1 pt)

$$\sum_i \overrightarrow{F_i} = m\vec{a} \qquad (0,5pt)$$

$$\vec{P} = m\vec{a}$$
$$m\vec{g} = m\vec{a}$$
$$\vec{g} = \vec{a}$$
$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ -g \end{pmatrix} \qquad (0,5pt)$$

3. Donner l'expression du vecteur vitesse. Utiliser les conditions initiales pour déterminer la constante d'intégration. (1 pt)

$$\overrightarrow{v(t)} = \int \overrightarrow{a(t)}.dt = \begin{pmatrix} v_0 \cos(\alpha) \\ v_0 \sin(\alpha) - gt \end{pmatrix}$$

$(0,5pt)$ $(0,5pt)$

4. Donner l'expression du vecteur position. Utiliser les conditions initiales pour déterminer la constante d'intégration. (1 pt)

$$\overrightarrow{OM(t)} = \int \overrightarrow{v(t)}.dt = \begin{pmatrix} v_0 \cos(\alpha)\, t \\ v_0 \sin(\alpha)\, t - \frac{gt^2}{2} + 1,95 \end{pmatrix}$$

$(0,5pt)$ $(0,5pt)$

5. Etablir l'équation de la trajectoire, c'est-à-dire, y(x). Quelle est le type de trajectoire ? (1 pt)

$$x(t) = v_0 \cos(\alpha) t$$

Donc

$$t = \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}$$

On remplace dans y(t) :

$$y(x) = v_0 \sin(\alpha)\left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}\right) - \frac{g\left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}\right)^2}{2} + 1,95 \quad (0,5\text{pt})$$

C'est une parabole. (0,5pt)

6. Quelle est la durée écoulée avant que le javelot touche le sol ? Réaliser l'application numérique. (2 pts)

Le javelot touche le sol pour y(T) = 0 soit : (0,5pt)

$$v_0 \sin(\alpha)\, T - \frac{gT^2}{2} + 1,95 = 0 \qquad (0,5\text{pt})$$

Soit

$$\Delta = b^2 - 4ac = (v_0 \sin(\alpha))^2 + 2g = 25 + 39 = 64$$

$$x1 = \frac{-5+8}{-10} = -\frac{3}{10} \; ; x2 = \frac{-5-8}{-10} = \frac{13}{10} = 1,3s$$

X1 n'est pas cohérent, donc on prend x2 $(0,5\text{pt})$

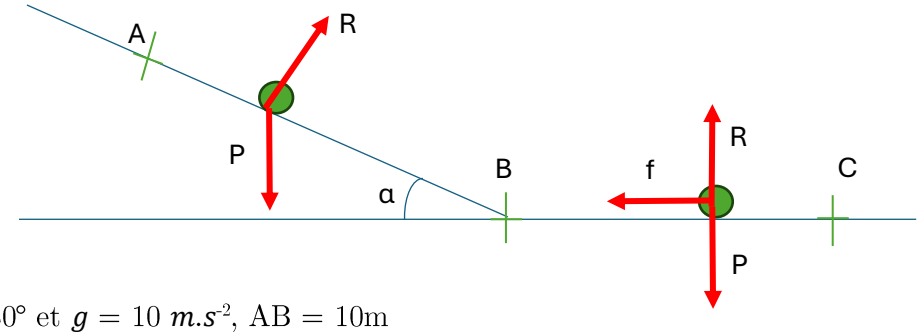
7. A quelle distance du lanceur se situe le point d'impact ? Réaliser l'application numérique. (1 pt)

Le plus simple est de résoudre à l'aide du résultat précédent mais on peut résoudre avec y(x)

$$x(T) = v_0 \cos(\alpha)\, T = 13\frac{\sqrt{3}}{2}$$

Exercice 3 : Etude énergétique (7 pts)

Une balle de masse m = 0,1 kg est lâché du point A sans vitesse initiale. On suppose les frottements négligeables sur le trajet AB, et nommeront $\vec{f}$ la force de frottement sur la partie BC.



Données : $\alpha = 30°$ et $g = 10\ m.s^{-2}$, AB = 10m

1. Représenter les forces extérieures exercées sur la balle au cours du trajet AB. (1 pt-0,5/erreur)
2. Donner l'expression du travail des forces exercées sur la balle au cours du trajet AB en fonction de la masse m, de la distance AB et de l'angle α et l'intensité de l'accélération de pesanteur g. (1 pt)

$$\sum_i W_i = \boldsymbol{W_P + W_R} \quad \boldsymbol{(0,5pt)}$$
$$\boldsymbol{mg.AB.sin(\alpha) + 0} \quad \boldsymbol{(0,5pt)}$$

3. Sur quelle partie du trajet peut-on utiliser le théorème de l'énergie mécanique ? Justifier votre réponse (1pt)

On peut utiliser le TEM sur la partie AB car l'énergie est conservée, il n'y a pas de force de frottement.

4. Utiliser le théorème de l'énergie mécanique entre A et B pour en déduire la vitesse en B. Réaliser l'application numérique. (1 pt)

$$\boldsymbol{E_c(A) + E_p(A) = E_c(B) + E_p(B)} \quad \boldsymbol{(0,5pt)}$$
$$\boldsymbol{0 + mgABsin(\alpha) = \frac{1}{2}mv_b^2 + 0}$$
$$\boldsymbol{v_b = \sqrt{(2gABsin(\alpha))} = 10\ m/s} \quad \boldsymbol{(0,5pt)}$$

5. Représenter les forces appliquées sur la boîte rectangulaire sur le trajet BC. (1 pt -0,5/erreur)

On peut utiliser le TEM sur le trajet AB car il n'y a pas de force qui sont non conservatives. Sur BC il y a les forces de frottements : ce n'est donc pas possible.

6. Donner l'expression du travail des forces exercées sur la boîte rectangulaire au cours du trajet BC en fonction de la force de frottement $\vec{f}$ et de la longueur BC. (1pt)

$$\sum_i W_i = \boldsymbol{W_P + W_R + W_f = 0 + 0 + (-BC.f)}$$

7. Utiliser le théorème de l'énergie cinétique entre B et C pour calculer la distance parcourue BC sachant que la boîte rectangulaire s'arrête en C. Réaliser l'application numérique. La force de frottement est constante, de valeur $f = 0{,}20\ N$. (1 pt)

$$\sum_i W_i = \Delta Ec = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 \quad (0,5\text{pt})$$

$$0 - \frac{1}{2}mv_B^2 = -BC.f$$

$$BC = \frac{mv_B^2}{2f} = \frac{0,1 \times 100}{2 \times 0,20} = \frac{10}{0,4} = 25m \qquad (0,5\text{pt})$$