

EXO 2: Performance d'un athlète (10pts)

1. Etude du mouvement du boulet avant le lâcher du marteau

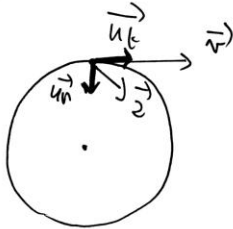
1-1) par définition, $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$. \vec{a} résulte donc de la variation du vecteur vitesse. Comme l'objet tourne, son vecteur vitesse change tout le temps de direction, donc $\frac{d\vec{v}}{dt}$ n'est pas nulle, il existe une accélération.

1-2) Utilisation du repère de Frenet:

$$\vec{a} = \left(\frac{dv}{dt}\right)\vec{u}_t + \frac{v^2}{R}\vec{u}_n$$

→ mouvement accéléré: v augmente, donc $\frac{dv}{dt} > 0$, donc

$\left(\frac{dv}{dt}\right)\vec{u}_t$ orienté dans le sens du mouvement



$$\vec{a} = \underbrace{\left(\frac{dv}{dt}\right)\vec{u}_t}_{>0} + \underbrace{\frac{v^2}{R}\vec{u}_n}_{>0}$$

⇒ schéma 3.

→ mouvement circulaire uniforme: ici, $v = \text{cte} \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0$

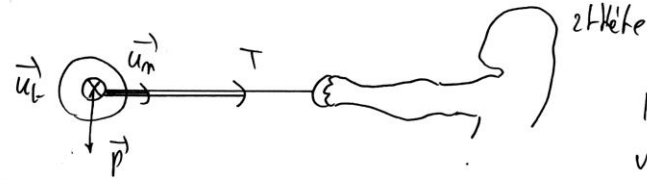
donc $\vec{a} = \frac{v^2}{R}\vec{u}_n$ \vec{a} est centripète, c'est le schéma 1.

1-3) référentiel terrestre galiléen: $\Sigma \vec{P}_{\text{boul}} = m\vec{a}$

$$\Rightarrow \vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$$

$$\vec{P} + \vec{T} = m \cdot \frac{v^2}{R}\vec{u}_n$$

1



ici, \vec{u}_t est perpendiculaire à la feuille, dirigé vers l'arrière.

on projette la deuxième loi de Newton sur l'axe portant \vec{u}_n :

$$\begin{matrix} \vec{P}_{\vec{u}_n} + \vec{T}_{\vec{u}_n} = m \frac{v^2}{R} \times 1 \\ \downarrow \qquad \downarrow \\ 0 \qquad \qquad T \end{matrix} \quad \text{car } \|\vec{u}_n\| = 1$$

$$\Rightarrow T = m \frac{v^2}{R}$$

Pour comparer T et P , exprimons le rapport $\frac{T}{P} = \frac{m \frac{v^2}{R}}{mg} = \frac{v^2}{R \cdot g}$

Sur le schéma, R est proche de 2m:

$$\frac{T}{P} = \frac{26^2}{20 \times 9,8} = 34$$

La tension du câble est 34 fois plus grande que le poids du boulet. On peut donc négliger ce dernier.

2. Etude du mouvement du boulet après le lâcher du marteau

2-1) Dans le référentiel terrestre galiléen, la deuxième loi de Newton donne: $\Sigma \vec{P}_{\text{boul}} = m\vec{a}$

donc $m\vec{a} = \vec{P} = m\vec{g}$. Seul le poids agit $\Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_y = -g \end{cases}$$

comme $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$, alors $\vec{v} \begin{cases} v_x = v_{x0} = v_0 \cos \alpha \\ v_y = -gt + v_{y0} = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$

2

Comme $\vec{v} = \frac{d\vec{O}_A}{dt} \Rightarrow \vec{O}_B \begin{cases} x = v_0 \cos \alpha \cdot t + x_0 \rightarrow 0 \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha \cdot t + y_0 \rightarrow h \end{cases}$ (3)

donc $x = v_0 \cos \alpha \cdot t$ et $y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha \cdot t + h$.

2-2) Il faut calculer la valeur de x pour $y = 0$ (quand le boulet touche le sol):

$$y = -\frac{9,8}{2 \times 26^2 \cos^2 45} x^2 + \tan 45 \cdot x + 3,0$$

$$\Rightarrow y = -0,074 x^2 + x + 3,0$$

soit à résoudre $-0,074 x^2 + x + 3,0 = 0$.

on a 2 solutions réelles dont une sera physiquement incohérente:

$$\Delta = 1^2 - 4(-0,074) \times 3 \quad (b^2 - 4ac)$$

et $x = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ solution physiquement cohérente car $x > 0$. ($2 < 0$)

$$x = \frac{-1 - \sqrt{1 - 4(-0,074) \times 3}}{2 \times (-0,074)}$$

$$x = 74 \text{ m}$$

Avec ce lancer, l'athlète se situerait entre Zolna Darghiev et Stéphanie Falzon. L'athlète aurait été à la 1^{ère} place.

2-3) Calculons la date à laquelle le boulet touche le sol:

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

$$t = \frac{74}{26 \times \cos 45} = 4,0 \text{ s}$$

On peut donc éliminer la courbe E_{p1} .

Pour choisir entre E_{p2} et E_{p3} , calculons l'énergie potentielle de pesanteur à $t = 0 \text{ s}$. A ce moment-là, le boulet est à la hauteur $h = 3,0 \text{ m}$.

$$\Rightarrow E_p = mgh = 40 \times 9,8 \times 3,0 = 1,2 \cdot 10^3 \text{ J} \quad (\approx 120 \text{ J})$$

On choisit donc la courbe E_{p2} .

2-4) On ne tient pas compte de l'action de l'air sur le boulet: il n'y a donc pas de frottement, l'énergie mécanique du boulet se conserve:

$$E_m = E_c + E_p = \text{cte}$$

→ Calculons l'énergie mécanique initiale:

$$E_{m0} = \frac{1}{2} m v_0^2 + mgh = \frac{1}{2} \times 40 \times 26^2 + 40 \times 9,8 \times 3,0 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ J} \quad (\approx 1500 \text{ J})$$

Comme elle est constante, on aura toujours $E_m = 1,5 \cdot 10^3 \text{ J}$

→ à $t = 0 \text{ s}$, $E_c = E_m - E_p = 1,5 \cdot 10^3 - 1,2 \cdot 10^3 \approx 300 \text{ J}$ (point A sur la courbe)

→ au moment du choc avec le sol: $E_p = 0 \Rightarrow E_c = E_m$ (point B)

→ quand E_p est à son maximum, $E_{p \text{ max}} = 800 \text{ J}$
alors $E_c = E_m - E_p = 1,5 \cdot 10^3 - 800 = 7,0 \cdot 10^2 \text{ J}$ (point C)

→ quand les courbes E_p et E_c se croisent, elles sont égales. Leur somme fait $1,5 \cdot 10^3 \text{ J}$, elles ont pour valeur $\frac{1,5 \cdot 10^3}{2} = 7,5 \cdot 10^2 \text{ J}$ quand elles se croisent.

voir graphique.

3- Créatine et créatinine chez l'athlète

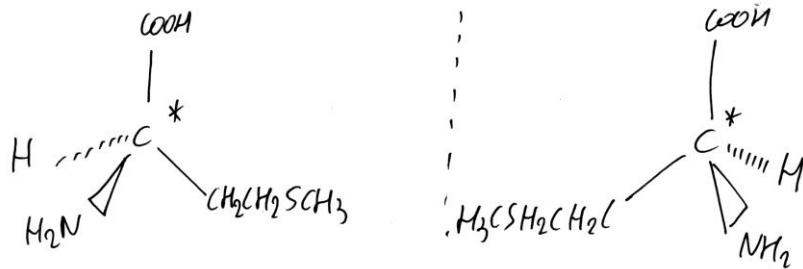
(5)

3-1-1)
mm

2) ils possèdent un groupe carboxyle $-C(=O)OH$ et un groupe amine $-NH_2$ sur le carbone voisin.

b) Seule la méthionine présente deux énantiomères. C'est dû au carbone portant le NH_2 : il est asymétrique.

c)



3-1-2)
mm) C'est une élimination (on n'a pas formation d'une double-liaison, mais formation d'un cycle).

3-1-3)
mm) formule brute: $C_4H_7N_3O$

3-2-1)
mm) Grâce au blanc réalisé, on a bien confirmation que la loi de Beer-Lambert est vérifiée, on aura proportionnalité entre l'absorbance et la concentration: $A = kc$.

Grâce au tube 3, on détermine la valeur de k:

$$k = \frac{A}{c} = \frac{0,62}{100} = 6,2 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot \mu\text{mol}^{-1}$$

Puis on utilise l'absorbance du tube 2: $c = \frac{A}{k}$

$$c = \frac{0,77}{6,2 \cdot 10^{-3}} = 1,1 \cdot 10^2 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

On en déduit la concentration massique:

(6)

$$\begin{aligned} c_m &= c \cdot M \\ &= 1,1 \cdot 10^2 \cdot 10^{-6} \times (4 \times 12,0 + 7 \times 1,0 + 3 \times 14,0 + 16,0) \\ &= 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \\ &= 12 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

Chez la femme, les valeurs attendues sont dans l'intervalle $[4 \text{ mg/L}; 12 \text{ mg/L}]$.

C'est donc "limite" pour notre athlète.

3-2-2)
mm) Cette créatine peut être d'origine exogène: apportée par des éléments, voire des compléments alimentaires pour sportifs.