

CHAPITRE – MOUVEMENT DANS UN CHAMP UNIFORME

TRAVAIL AUTONOME PAGES 307 À 315



QCM

- ☐ Manuel p. 307
☐ Pronote



Focus MÉTHODE

- ☐ 9 p. 308
☐ 10 p. 309
☐ 11 p. 309



Exercices corrigés

- ☐ 12 ☐ 13 ☐ 19
☐ 20 ☐ 25 ☐ 26
☐ 33 ☐ 39



Exercices facultatifs

- ☐ 15 ☐ 16 ☐ 21
☐ 25 ☐ 29 ☐ 31
☐ 35 ☐ 36 ☐ 37
☐ 38

▪ EXERCICE 14 PAGE 311

Deuxième loi de Newton

L'énoncé indique que le système se maintient en équilibre dans le référentiel de la soufflerie. Il y est donc immobile. Or d'après la première ou la deuxième loi de Newton, un système est immobile si et seulement s'il est soumis à des forces qui se compensent. Donc l'action de l'air compense le poids : $\vec{f}_{\text{air}} + \vec{P} = \vec{0}$. Les deux vecteurs sont colinéaires, de sens opposés et de normes égales.

Alors $f_{\text{air}} = P = m \cdot g = 100 \text{ kg} \times 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} = 9,8 \times 10^2 \text{ N}$

▪ EXERCICE 15 PAGE 311

Trigonométrie

Schéma de gauche :

$$\vec{v}_0 \begin{pmatrix} v_0 \cdot \cos(\alpha) \\ v_0 \cdot \sin(\alpha) \\ 0 \end{pmatrix}$$

Schéma de droite :

$$\vec{v}_0 \begin{pmatrix} v_0 \cdot \sin(\beta) \\ v_0 \cdot \cos(\beta) \\ 0 \end{pmatrix}$$

▪ EXERCICE 27 PAGE 311

Chute libre

enseignement
explicite

RES je récite la seconde loi de Newton

ANA je tiens compte des indications de l'énoncé pour l'orientation des axes et des vecteurs

REA j'intègre sans oublier les constantes d'intégration

ANA je tiens compte des conditions initiales : la boule est lâchée sans vitesse initiale.

ANA je traduis une information en égalité mathématique. Toucher le sol c'est avoir une altitude nulle.

REA j'isole t_f en soustrayant y_i puis en multipliant par $\frac{2}{g}$ puis en prenant la racine carrée

1. On assimile la boule à son centre de gravité G.

D'après la seconde loi de Newton, $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m \cdot \vec{a}_G(t)$

Or le poids est la seule force appliquée donc

$$m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}_G(t)$$

Simplifions par m et projetons sur (Oy) :

$$a_y = -g$$

2. Comme $a_y = \frac{dv_y(t)}{dt}$ alors par intégration,

$$v_y(t) = -g \cdot t + C_1$$

Or d'après l'énoncé, $v_y(0) = 0$ donc $C_1 = 0$ et $v_y(t) = -g \cdot t$

Comme $v_y(t) = \frac{dy(t)}{dt}$ alors par intégration,

$$y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + C_2$$

Or d'après l'énoncé, $y(0) = y_i$ donc $C_2 = y_i$ et

$$y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + y_i$$

3. Au moment de toucher le sol, $y(t_f) = 0$. À l'aide de l'égalité précédente, $-\frac{1}{2} g t_f^2 + y_i = 0$

VAL je vérifie que j'obtiens bien des secondes : $\sqrt{\frac{m}{s^2}} = \sqrt{s^2} = s$

ANA je tiens compte de la cohérence logique de l'énoncé, je m'aide de mes réponses précédentes.

RES je récite la formule de l'énergie mécanique

ANA je tiens compte des conditions initiales

REA je tiens compte du nombre de chiffres significatifs, 2 ici à cause de 5,0

ANA je comprends qu'on parle d'énergie mécanique pendant une chute libre

RES je sais que le poids est une force conservative et que l'énergie mécanique se conserve durant la chute libre

ANA lorsque la balle touche le sol, elle n'a plus aucune $\mathcal{E}_{pp}$

Donc $t_f^2 = \frac{2y_i}{g}$ et finalement en ne conservant que la racine positive, $t_f = \sqrt{\frac{2y_i}{g}} = \sqrt{\frac{30,0m}{9,81 m/s^2}} = 1,75 s$.

4. Nous cherchons la vitesse au moment de l'impact soit $v_y(t_f)$. À l'aide de l'expression de $v_y(t)$ obtenue à la question

$$2, v_y(t_f) = -g \cdot t_f = -g \cdot \sqrt{\frac{2y_i}{g}} = -\sqrt{g^2 \cdot \frac{2y_i}{g}} = -\sqrt{2gy_i}$$

Si on cherche la norme alors $v_f = \sqrt{2gy_i}$.

$$\text{Calcul : } v_f = \sqrt{2 \times 9,81 \frac{m}{s^2} \times 15,0 m} = 17,1 m \cdot s^{-1} \approx 62 km/h$$

$$5. \mathcal{E}_{m0} = \mathcal{E}_{cin,0} + \mathcal{E}_{pp,0} = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgy_i = mgy_i$$

$$\text{Calcul : } \mathcal{E}_{m0} = 5,0 kg \times 9,8 \frac{m}{s^2} \times 15,0 m = 7,4 \times 10^2 J$$

6. D'après le théorème de l'énergie mécanique,

$$\Delta_{AB} \mathcal{E}_m = \Sigma W_{AB}(\vec{F}_{non\ conservative})$$

Or seul le poids s'exerce et c'est une force conservative donc ici, $\Delta \mathcal{E}_m = 0$, l'énergie mécanique ne varie pas, elle vaut donc 7,4 hJ durant toute la chute.

7. À l'impact du sol, $y = 0$ donc $\mathcal{E}_{pp} = 0$: l'énergie mécanique n'est en ce point que de l'énergie cinétique. Donc en ce point,

$$\mathcal{E}_{cin} = \mathcal{E}_m = 7,4 \times 10^2 J$$

$$\text{Donc } \frac{1}{2}mv_f^2 = 7,4 \times 10^2 J \text{ et } v_f = \sqrt{\frac{2 \times 7,4 \times 10^2 J}{5,00 kg}} = 17 m \cdot s^{-1},$$

cette réponse est cohérente avec la première étude.

8. D'après le théorème de l'énergie cinétique,

$$\Delta_{if} \mathcal{E}_{cin} = \Sigma W_{if}(\vec{F}_{ext}) = W_{if}(\vec{P}) = mg(y_i - y_f)$$

$$\text{Donc } \frac{1}{2}mv_f^2 = mgy_i \text{ car } v_i \text{ et } y_f \text{ sont nuls.}$$

9. Alors $v_f = \sqrt{2gy_i}$ comme obtenu à la question 4.

• EXERCICE 35 PAGE 314

Champ électrique d'un condensateur

1. Le système est un proton, étudié dans le référentiel du laboratoire, supposé galiléen. Les forces qui s'exercent sur le proton se résument à la force électrostatique $\vec{F} = q \cdot \vec{E} = e \cdot \vec{E}$, le poids est supposé négligeable. Le vecteur champ a pour coordonnées $\vec{E} \begin{pmatrix} 0 \\ E \end{pmatrix}$

D'après la seconde loi de Newton,

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}(t) \text{ donc } m\vec{a}(t) = e\vec{E} \text{ et } \vec{a}(t) = \frac{e\vec{E}}{m}.$$

$$\text{Projetons : } a_x(t) = 0 \text{ et } a_y(t) = \frac{eE}{m}$$

Nous cherchons les lois horaires des coordonnées de la vitesse, intégrons :

$$v_x(t) = C_1 \text{ et } v_y(t) = \frac{eE}{m} \cdot t + C_2$$

Identifions les valeurs des constantes d'intégration à l'aide des conditions initiales :

$$C_1 = v_x(t=0) = v_0 \cos(\alpha) \text{ et } C_2 = v_y(t=0) = v_0 \sin(\alpha)$$

$$\text{Donc } v_x(t) = v_0 \cos(\alpha) \text{ et } v_y(t) = \frac{eE}{m} \cdot t + v_0 \sin(\alpha)$$

Nous cherchons les lois horaires des coordonnées de la position, intégrons :

$$x(t) = v_0 \cos(\alpha)t + C_3 \text{ et } y(t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{eE}{m} t^2 + v_0 \sin(\alpha)t + C_4$$

Identifions les valeurs des constantes d'intégration à l'aide des conditions initiales :

$$C_4 = x(t = 0) = 0 \text{ et } C_5 = y(t = 0) = 0$$

Finalement :

$$x(t) = v_0 \cos(\alpha)t \text{ et } y(t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{eE}{m} t^2 + v_0 \sin(\alpha)t$$

2. Pour établir l'équation de la trajectoire, $y = f(x)$, il faut accomplir un changement de variable en observant que $t = \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}$, ce qui donne dans y :

$$y(x) = \frac{1}{2} \cdot \frac{eE}{m} \cdot \left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \right)^2 + v_0 \sin(\alpha) \cdot \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}$$

Simplifions :

$$y(x) = \frac{1}{2} \cdot \frac{eE}{m} \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} + \tan(\alpha) \cdot x$$

L'allure est celle d'une parabole concave. Le proton chargé positivement est attiré vers la plaque chargée négativement.

3. Deux cas de figures seraient possibles : la trajectoire du proton le mène à l'impact contre une plaque ou bien la parabole est si large que le proton sort sans toucher la plaque.

Toucher la plaque, cela veut dire que si $x = \ell$, alors $y > d/2$.

Exprimons $y(x = \ell)$, sachant que $E = \frac{U}{d}$:

$$y(\ell) = \frac{1}{2} \cdot \frac{eU}{md} \cdot \frac{\ell^2}{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} + \tan(\alpha) \cdot \ell$$

Calculons sa valeur :

$y(\ell) = 1,75 \text{ cm}$. C'est inférieur à $\frac{d}{2} = 2,5 \text{ cm}$ donc le proton ne touche pas la plaque, il sort bien du condensateur.

• EXERCICE 38 PAGE 311

Mouvement parabolique dans un champ de pesanteur

Suivez le guide.

1. Le système est une balle de tennis, dont on étudie le centre G, frappée puis abandonnée à son mouvement dans le référentiel du terrain, terrestre supposé galiléen. Elle n'est alors soumise qu'à son poids, sans tenir compte des actions de l'air, supposées négligeables par rapport au poids.

D'après la deuxième loi de Newton, $\Sigma \vec{F}_{ext} = m\vec{a}(t)$ donc $m\vec{g} = m\vec{a}(t)$ et $\vec{a}(t) = \vec{g}$

Projetons : $a_x = 0$ et $a_y = -g$.

Intégrons : $v_x(t) = C_1$ et $v_y(t) = -gt + C_2$

Déterminons les valeurs des constantes d'intégration à l'aide des conditions initiales :

$$C_1 = v_x(t = 0) = v_0 \cos \alpha \text{ et } C_2 = v_y(t = 0) = v_0 \sin \alpha$$

$$\text{Intégrons : } x(t) = v_0 \cos \alpha t + C_3 \text{ et } v_y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t + C_4$$

Déterminons les valeurs des constantes d'intégration à l'aide des conditions initiales :

$$C_3 = x(t = 0) = 0 \text{ et } C_4 = y(t = 0) = h_A$$

Donc finalement

$$x(t) = v_0 \cos \alpha \cdot t \text{ et } y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha \cdot t + h_A$$

2. La balle touche le sol à l'instant t_1 tel que $y(t_1) = 0$. Donc

$$-\frac{1}{2}gt_1^2 + v_0 \sin \alpha \cdot t_1 + h_A = 0$$

C'est un polynôme du second degré dont nous cherchons la racine positive :

▪ Expression du discriminant : $\Delta = v_0^2 \sin^2 \alpha$

▪ Racine positive : $t_1 = \frac{-v_0 \sin \alpha - \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh_A}}{-g} = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gh_A}}{g} = 2,19 \text{ s}$ si je choisis $h = 2,40 \text{ m}$.

3. Calculons $x(t_1)$: $x(t_1) = v_0 \cos \alpha \cdot t_1 = 15,0 \times \cos(40^\circ) \times 2,19 \text{ m} = 25,2 \text{ m}$, la balle touche le sol au-delà des 23,77 m de profondeur du terrain, la balle est dehors. Le lob n'est pas réussi.

4. Calculons l'abscisse de l'adversaire : $x_C = 5,485 \text{ m} + 6,4 \text{ m} + 2,0 \text{ m} = 13,885 \text{ m}$.

Calculons la date t_2 à laquelle $x(t_2) = x_C$: $t_2 = \frac{x_C}{v_0 \cos \alpha} = \frac{13,885 \text{ m}}{15 \times \cos(40^\circ) \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,21 \text{ s}$.

5. Calculons $y(t_2)$:

$y(t_2) = 6,9 \text{ m} > 3 \text{ m}$ que l'adversaire peut atteindre. Pour cet aspect, le lob est réussi.