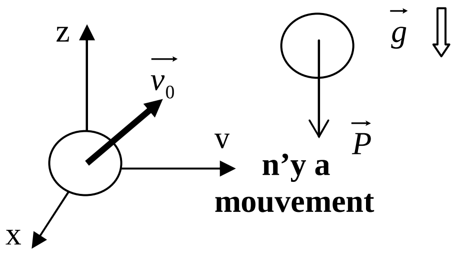
Correction des exercices chapitre 11

Exercice n° 7 p 245 :

a. Equation de la trajectoire :

Le système étudié est le ballon de football, on cherche son mouvement par rapport au référentiel du but, référentiel terrestre supposé galiléen le temps du penalty.
Les forces qu'exerce l'air sur le ballon étant négligeables, **le ballon n'est soumis qu'à son poids, c'est un projectile.**



La deuxième loi de Newton donne :

$$\vec{P} = m\times\vec{a} \Leftrightarrow m\times\vec{g} = m\times\vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g}$$

Le poids $\vec{P}$ et la vitesse $\vec{v_0}$ sont deux vecteurs du plan Oyz. Il n'y a donc aucune raison que le ballon sorte de ce plan, et le mouvement est donc plan x = 0.

On considère que les conditions initiales sont :

- ✓ Point de départ O (0, 0)
- ✓ Vitesse initiale : ($v_0 \cos\alpha$, $v_0 \sin\alpha$)

On a d'après la loi de Newton que l'on projette : $a_y = 0$ et $a_z = -g$
Donc pour la vitesse : $v_y = cte = v_y(t = 0) = v_0 \cos\alpha$ et $v_z = -gt + cte = -gt + v_0 \sin\alpha$
Et pour la position : $y = v_0 \cos\alpha\times t + cte = v_0 \cos\alpha\times t$ (1) et $z = -1/2gt^2 + v_0 \sin\alpha\times t$ (2)

D'après (1) : $t = \dfrac{y}{v_0 \cos\alpha}$ que l'on remplace dans (2) : $\boxed{z(t) = -\dfrac{1}{2}\times g\times\dfrac{y^2}{{v_0}^2\cos^2\alpha} + \tan\alpha\times y}$

b. But atteint ou non ?

On nous demande si, avec les conditions initiales, z(t) < 2.4 – 0.11 avec y(t) = 11
On calcul, à l'aide de l'équation de la trajectoire z(t) = 2.32 et on doit avoir z(t) = 2.29, le ballon ne passe donc pas sous la barre transversale du but.

Exercice n°10 p 246 :

a. D'après tout ce que l'on a déjà vu, pour avoir une équation du type $z(t) = 0.5\times g\times t^2$, il faut que **toutes les conditions initiales soient nulles : position de départ au point O (0, 0) et vitesse initiale nulle.**

b. Si le caillou n'est soumis qu'à son poids, l'accélération de tout corps en chute libre est $\vec{g}$ d'après la deuxième loi de Newton : $\vec{P} = m\times\vec{a} \Leftrightarrow m\times\vec{g} = m\times\vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g}$

c. $\Delta t = t_{chute} + t_{son} = \sqrt{\dfrac{z}{0.5\times g}} + \dfrac{z}{v_{son}}$

Pour z = 160 m : Δt = 6.2s et pour z = 180 m : Δt = 6.6s

d. D'après les valeurs de Δt que nous venons de calculer, on peut voir que l'argument d'Aurélie est valable, **on ne peut pas négliger le temps que le son met à remonter**. Il aurait fallu qu'Eric calcul le temps mis par le son pour remonter avant de dire s'il était négligeable ou non.

e. Non, **le point important est surtout la valeur de la résistance de l'air**, elle sera beaucoup plus importante dans le cas de la pierre ponce, du fait de sa composition (beaucoup de prise à l'air).

Exercice n°11 p 247 :

a. Equation de la trajectoire :

Le système est le ballon, sont on étudie le mouvement dans le référentiel du panier, référentiel terestre supposé galiléen le temps du tir.
Toujours à l'aide de la **deuxième loi de Newton**, on trouve que le mouvement est plan (x = 0). Le mouvement se fait dans le plan Oyz, et on trouve une équation de trajectoire, d'après les conditions initiales :

$$\boxed{z(t) = -\frac{1}{2} \times g \times \frac{y^2}{v_0{}^2 \cos^2\alpha} + \tan\alpha \times y + h_A}$$

b. Panier réussi :

On veut savoir quelle est la vitesse initiale à communiquer au ballon pour qu'il atteigne le panier : cela correspond à z = 3.0 m et y = 6.2 m. D'après l'équation ci-dessus on a :

$$\boxed{v_0 = \sqrt{\frac{-0.5 \times g \times \left(y^2 / \cos^2\alpha \right)}{z - y \times \tan\alpha - h_A}} = \sqrt{\frac{-0.5 \times 9.8 \times \left(6.2^2 / \cos^2 40 \right)}{3.0 - 6.2 \times \tan 40 - 2.4}} = 8.4 m/s}$$

c. Le défenseur contre t-il le tir ?

On veut connaître à quelle distance y par rapport au tireur, le défenseur doit se trouver, pour toucher le (bas) ballon sachant que sa main se situe à une hauteur de 3.1 m.
Il faut donc que la hauteur atteinte par le ballon soit égale à z = 3.1 + 0.125 = 3.22 m.

D'après l'équation de la trajectoire on peut avoir une équation du second degré en y :

$$\boxed{y^2 - \frac{v_0{}^2 \times \cos^2\alpha \times \tan\alpha}{0.5g} \times y - (h_A - z) \times \frac{v_0{}^2 \times \cos^2\alpha}{0.5 \times g} = 0}$$

On a alors $ay^2 + by + c = 0$ avec a = 1 ; b = - 7.1 et c = 6.9

$\Delta = b^2 - 4 \times a \times c = (-7.1)^2 - 4 \times 1 \times 6.9 = 22.81$

$y_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{7.1 - \sqrt{22.81}}{2} = 1.2m$ et $y_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{7.1 + \sqrt{22.81}}{2} = 5.9m$

On demande la distance horizontale maximale entre l'attaquant et le défenseur. Il s'agit donc ici de 5.9m (le défenseur interceptera le ballon à sa descente vers le panier.