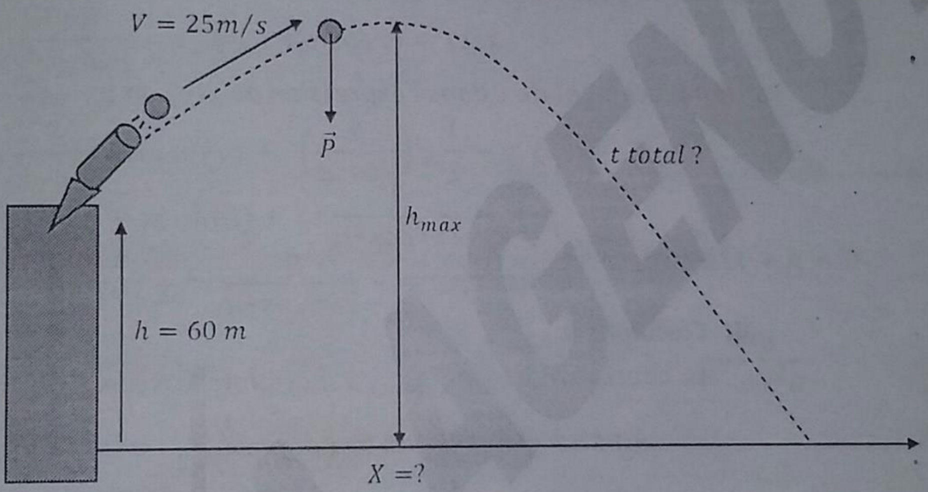
CONCOURS D'ENTREE EN $1^{ère}$ ANNEE
ENSM
session de 2014
CORRECTION DE L'EPREUVE DE PHYSIQUES
Série : PHYSIQUES

Exercice 1



- Le système est la cartouche
- Le référentiel est terrestre suppose galiléen
- Le bilan des forces : En absence de l'action de l'air on a $\vec{P}$ le poids de la cartouche.

$$\text{à } t = 0, on\ a: \begin{cases} x_0 = 0 \\ z_0 = h \end{cases} \quad et \quad \vec{v}_0 = \vec{v} = \begin{cases} \dot{x}_0 = v\cos\alpha \\ \dot{z}_0 = v\sin\alpha \end{cases}$$

- A t quelconque, appliquons au cartouche le TCI,

$$On\ a: \sum \vec{F}_{Ext} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{P} = m\vec{a} \quad (i)$$

Projetons la relation (i) suivant les axes:

- Suivant l'axe (OX), $(i) \Rightarrow 0 = m\ddot{x} \Rightarrow \ddot{x} = 0 \ (ii)$
- Suivant (OZ), $(i) \Rightarrow -P = -mg = m\ddot{z} \Rightarrow \ddot{z} = -g \ (iii)$

$$(ii)\ et\ (iii) \Rightarrow \vec{a} = \begin{cases} \ddot{x} = 0 \\ \ddot{z} = -g \end{cases}$$

$$\vec{a} = \begin{cases} \ddot{x} = 0 \\ \ddot{z} = -g \end{cases} \Longrightarrow \vec{v} = \begin{cases} \dot{x}(t) = c_1 \\ \dot{z}(t) = -gt + c_2 \end{cases} (c_1, c_2 \in \mathbb{R})$$

Rentrons dans les conditions initiales : à $t = 0, \begin{cases} \dot{x}(t=0) = \dot{x}_0 = v\cos\alpha \\ \dot{z}(t=0) = \dot{x}_0 = v\sin\alpha \end{cases}$

$$D'où\ \vec{v}(t) = \begin{cases} \dot{x}(t) = v\cos\alpha \\ \dot{z}(t) = -gt + v\sin\alpha \end{cases}$$

$$Or\ \vec{v}(t) = \begin{cases} \dot{x}(t) = v\cos\alpha \\ \dot{z}(t) = -gt + v\sin\alpha \end{cases} \Longrightarrow \overrightarrow{OM} = \begin{cases} x(t) = (v\cos\alpha)t \\ z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (v\sin\alpha)t + h \end{cases}$$

Donnons l'équation de la trajectoire.

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

Par remplacement de t dans l'expression de $z(t)$ *on a :*

$$z(x) = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v\cos\alpha}\right)^2 + (v\sin\alpha) \times \frac{x}{v\cos\alpha} + h$$

$$= -\frac{g}{2v^2\cos^2\alpha}x^2 + (\tan\alpha)x + h$$

$$Donc\ \ z(x) = -\frac{g}{2v^2\cos^2\alpha}x^2 + (\tan\alpha)x + h$$

1. **Calculons h_{max}**

La hauteur maximale h_{max} *est atteinte lorsque* $z'(x) = 0$

$$Ainsi, z'(x) = 0 \Longrightarrow = \left(-\frac{g}{2v^2\cos^2\alpha}x^2 + (\tan\alpha)x + h\right)' = 0$$

$$\Longrightarrow -\frac{g}{v^2\cos^2\alpha}x = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$\Longrightarrow x = \frac{v^2\sin\alpha \times \cos\alpha}{g}$$

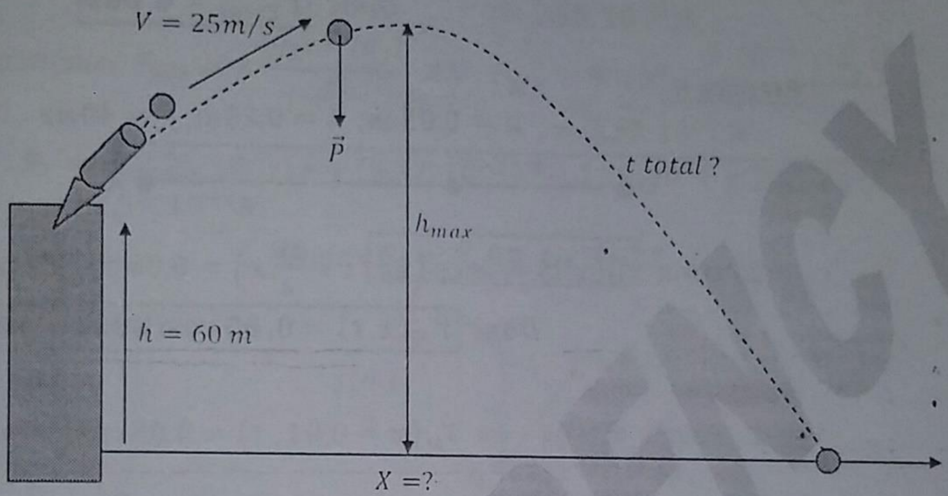
$$il\ vient\ que\ \ h_{max} = z\left(x = \frac{v^2\sin\alpha\times\cos\alpha}{g}\right)$$

$$= -\frac{g}{2v^2\cos^2\alpha}\left(\frac{v^2\sin\alpha \times \cos\alpha}{g}\right)^2 + (\tan\alpha) \times \left(\frac{v^2\sin\alpha \times \cos\alpha}{g}\right) + h$$

$$= \frac{v^2\sin^2\alpha}{2g} + h$$

$$Donc\ \ \boxed{h_{max} = \frac{v^2\sin^2\alpha}{2g} + h} \quad AN:\ \boxed{h_{max} = 80{,}34\ m}$$

2. *Calculons la distance X*



$$Au\ sol\ \ z(x) = 0 \implies -\frac{g}{2v^2\cos^2\alpha}x^2 + (\tan\alpha)x + h = 0$$

$$On\ pose, \Delta = \tan^2\alpha + \frac{4hg}{2v^2\cos^2\alpha} = \tan^2\alpha + \frac{2hg}{v^2\cos^2\alpha}$$

$$Il\ vient\ que: x_1 = \frac{\tan\alpha - \sqrt{\tan^2\alpha + \frac{2hg}{v^2\cos^2\alpha}}}{\frac{g}{v^2\cos^2\alpha}} < 0$$

$$x_2 = \frac{\tan\alpha + \sqrt{\tan^2\alpha + \frac{2hg}{v^2\cos^2\alpha}}}{\frac{g}{v^2\cos^2\alpha}} > 0$$

La distance étant une grandeur positive, on en déduit que :

$$\boxed{X = x_2 = x_2 = \frac{\tan\alpha + \sqrt{\tan^2\alpha + \frac{2hg}{v^2\cos^2\alpha}}}{\frac{g}{v^2\cos^2\alpha}}} \quad AN: \boxed{X = 91,57\ m}$$

3. **Calculons le temps total t_{Total} de chute**

On parle de temps total lorsque le projectile atteint le sol, en d'autres termes, c'est lorsqu'il parcoure la distance X.

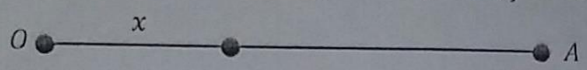
$$Ainsi, \quad X = (v\cos\alpha) \times t_{\ Total} \implies \boxed{t_{\ Total} = \frac{X}{v\cos\alpha}}$$

$$AN:\ t = \frac{91{,}57}{25 \times \cos 53°} = 6{,}08s$$

$$Donc\ \boxed{t_{Total} = 6{,}08s}$$

Exercice II :

$$a = 0{,}05\ m;\ \lambda = 0{,}20m;\ f = 40Hz$$



1. $On\ a: Y_M(x,t) = a\cos\left(2\pi f t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right) = 0{,}05\cos(80\pi t - 10\pi x)$

$$Donc\ \boxed{Y_M(x,t) = 0{,}05\cos(80\pi t - 10\pi x)}$$

2. $Pour\ x = 0{,}01 \implies Y_M(x = 0{,}01;\ t) = 0{,}05\cos\left(80\pi t - \frac{\pi}{10}\right)\ en\ m$

$$Donc\ \boxed{Y_M(x = 0{,}01;\ t) = 0{,}05\cos\left(80\pi t - \frac{\pi}{10}\right)}\ en\ m$$

3. $Pour\ t = 0{,}25 \implies Y_M(x, t = 0{,}25) = 0{,}05\cos(80\pi(0{,}25) - 10\pi x)$

$$= 0{,}05\cos(10\pi(2 - x))$$

$$Donc\ \boxed{Y_M(x, t = 0{,}25) = 0{,}05\cos(10\pi(2 - x))}$$

Exercice III :

Déterminons F_3

$$On\ sait\ que\ \vec{F}_3 = \vec{F}_{1/3} + \vec{F}_{2/3}$$

$$Ainsi, \vec{F}_3.\vec{F}_3 = F_3^2\ \ (1)$$

$$Par\ ailleurs, \vec{F}_3.\vec{F}_3 = (\vec{F}_{1/3} + \vec{F}_{2/3}).(\vec{F}_{1/3} + \vec{F}_{2/3})$$

$$= F_{1/3}^2 + F_{2/3}^2 + 2\vec{F}_{1/3}.\vec{F}_{2/3}$$

$$= F_{1/3}^2 + F_{2/3}^2 + 2F_{1/3} \times F_{2/3}\cos(\vec{F}_{1/3}; \vec{F}_{2/3})$$

$$= F_{1/3}^2 + F_{2/3}^2 + 2F_{1/3} \times F_{2/3}\cos 120°$$

$$= F_{1/3}^2 + F_{2/3}^2 - F_{1/3} \times F_{2/3}$$

$$Donc:\ \vec{F}_3.\vec{F}_3 = F_{1/3}^2 + F_{2/3}^2 - F_{1/3} \times F_{2/3}\ \ (2)$$

$$(1) = (2) \implies F_3^2 = F_{1/3}^2 + F_{2/3}^2 - F_{1/3} \times F_{2/3}$$

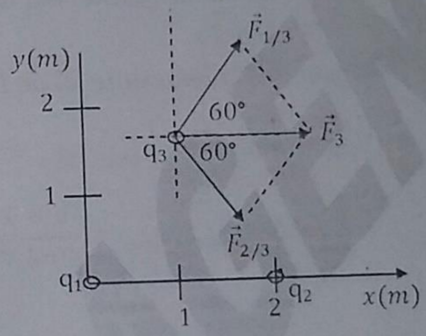
$$\implies \boxed{F_3 = \sqrt{F_{1/3}^2 + F_{2/3}^2 - F_{1/3} \times F_{2/3}}}$$

$$Or \ F_{1/3} = k\frac{|q_1| \times |q_3|}{d^2} \quad AN: F_{1/3} = 9.10^9 \times \frac{2.10^{-6} \times 5.10^{-6}}{4}$$
$$= 2{,}25.10^{-2}\,N$$

$$De\ même;\ F_{2/3} = k\frac{|q_2| \times |q_3|}{d^2} \quad AN:\ F_{2/3} = 9.10^9 \times \frac{3.10^{-6} \times 5.10^{-6}}{4}$$
$$= 3{,}37.10^{-2}\,N$$

$$F_3 = \sqrt{(2{,}25.10^{-2})^2 + (3{,}37.10^{-2})^2 - 2{,}25.10^{-2} \times 3{,}37.10^{-2}}$$
$$= 2{,}97.10^{-2}N$$

$$Donc \ \boxed{F_3 = 2{,}97.10^{-2}N}$$



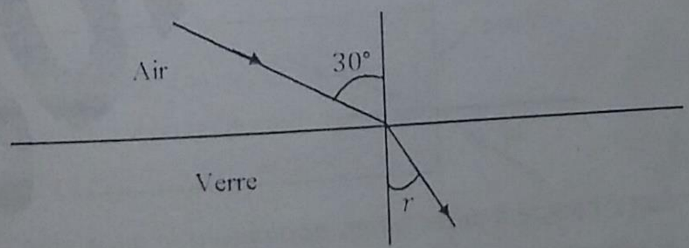
Exercice IV :

1. Vitesse de la lumière à travers le liquide de tétrachlorure de carbone d'indice de réfraction 1,461.

$$On\ sait\ que:\ \boxed{V = \frac{C}{n}} \quad AN:\ V = \frac{3.10^8}{1{,}461} = 2{,}08.10^8 m.s^{-1}$$

$$\boxed{V = 2{,}08.10^8 m.s^{-1}}$$

2. Calculons l'angle du rayon réfracté



Par application de la deuxième loi de Descartes relative à la réfraction de la lumière, on a :

$$n_{air} \times sin30° = n_{verre} \times \sin(r) \Rightarrow \boxed{\sin(r) = \frac{n_{air} \times sin30°}{n_{verre}}}$$

$$\sin(r) = \frac{1 \times sin30°}{1,65} = 0,3030 \quad \Rightarrow \quad r = 17,64°$$

$$Donc \ \boxed{r \approx 18 \ dégrés}$$

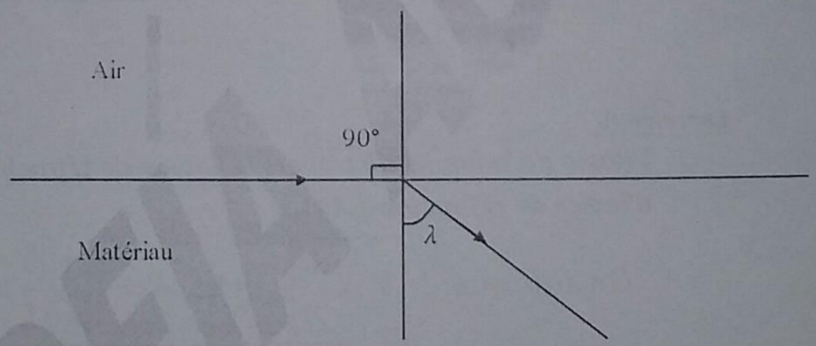
3. ***Calculons l'indice de réfraction du matériau***

NB : On parle de réfraction limite dans un matériau lorsque l'angle d'incidence sur ce dernier est rasant ie égale à 90°. Ainsi, pour $i = 90°$, $\lambda = 48 \ dégrés$

Appliquons la deuxième loi de Descartes sur la réfraction, on a :

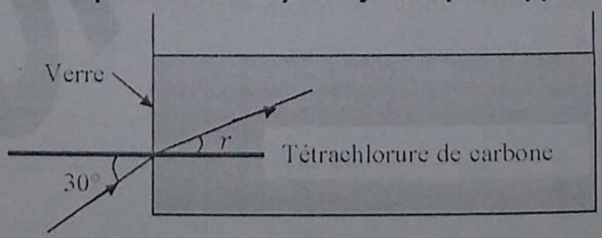
$$n_{Air} \times sin90° = n_{matériau} \times sin\lambda \Rightarrow \boxed{n_{matériau} = \frac{n_{Air} \times sin90°}{sin\lambda}}$$

$$AN: \ n_{matériau} = \frac{1 \times 1}{sin48°} = 1,35 \quad \Rightarrow \quad \boxed{n_{matériau} = 1,35}$$



4.

5. ***L'angle correspondant au rayon réfracté par rapport à la normale***



Soit r l'angle à déterminer, appliquons la deuxième Loi de Descartes sur la réfraction. On a :

$$n_{Verre} \times sin30° = n_{Tétra} \times \sin(r) \Rightarrow \boxed{\sin(r) = \frac{n_{Verre} \times sin30°}{n_{Tétra}}}$$

$$AN: \sin(r) = \frac{1{,}52 \times 0{,}5}{1{,}46} = 0{,}52 \Rightarrow r = 31{,}36°$$

$$Donc \ \boxed{r \approx 31{,}4 \ dégrés}$$