

1 Poids négligeable devant force électrostatique

$$\begin{aligned} \bullet P &= m \times g = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 9,81 \text{ m.s}^{-2} = 8,9 \times 10^{-30} \text{ N} \\ \bullet F &= |q| \times E = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 4 \text{ N.C}^{-1} = 6,4 \times 10^{-19} \text{ N} \end{aligned}$$

$$\text{on a } \frac{F}{P} = 7,1 \times 10^{10} \text{ donc } P \ll F. \text{ P est négligeable devant F}$$

2a le champ $\vec{E}$ fait subir une force $\vec{F} = -e\vec{E} = +eE\vec{y}$

donc la force F_{el} déplace l'électron dans le sens des y croissants

2b B et D inatteignables car déplaçant nul selon y pour B et " des le sens des y décroissant pour D

$\Rightarrow$ seul point atteignable $\Rightarrow$ C

2a équations horaires

syst : électron

ref : terrestre (galiléenne)

force : F_{el} $\vec{F} = -e\vec{E} = +eE\vec{y}$

Représ et CI : repère imposé $\vec{v}_0 \parallel \vec{y}_0$ $\vec{OA} \parallel \vec{y}_0$
 CI $\vec{v}_0 = v_0 \vec{y}$
 $A = y_0 \vec{y}$

On choisit le repère $O, \vec{x}, \vec{y}$ car le mot est plan.

2^e loi de Newton $\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow eE\vec{y} = m\vec{a} \quad \vec{a} = \frac{eE}{m}\vec{y} \quad \vec{a} \parallel \frac{eE}{m}$

accélération $\left[\vec{a} \parallel \frac{eE}{m} \right]$

vitesse $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow \begin{cases} v_x = \text{cte } K \\ v_y = \frac{eE}{m}t + \text{cte } K' \end{cases}$

calcul de K et K' à $t=0$ $\begin{cases} v_x(t=0) = v_0 \vec{y} \\ v_y(t=0) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K = v_0 \\ K' = 0 \end{cases}$

$\left[\vec{v} \parallel \begin{matrix} v_0 \\ eE/m t \end{matrix} \right] \quad \vec{v}(t) = v_0 \vec{y} + \frac{eE}{m}t \vec{y}$

équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ ($z(t) = 0 \forall t$)

$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \begin{cases} x = v_0 t + K_x \\ y = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t^2 + K_y \end{cases}$

calcul de K_x et K_y à $t=0$ $\begin{cases} x(t=0) = 0 \\ y(t=0) = y_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K_x = 0 \\ K_y = y_0 \end{cases}$

$\Rightarrow \left[x(t) = v_0 t \right] \text{ et } \left[y(t) = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t^2 + y_0 \right]$

3c nature de la trajectoire : parabolique

$$x(t) = v_0 t \quad y(t) = \frac{1}{2} \frac{e}{m} \epsilon t^2 + y_0$$

$$\hookrightarrow t = \frac{x}{v_0} \Rightarrow y(x) = \frac{e}{2m} \frac{\epsilon}{v_0^2} x^2 + y_0 \Rightarrow \text{parabole}$$

4. on veut que $e \left(l; \frac{3}{2} y_0 \right)$ soit atteint.

$$v_0 = \frac{x}{t} \quad x = l. \Rightarrow v_0 = \frac{l}{t}$$

$$\text{on calcule } t \text{ avec } y(t) = \frac{3}{2} y_0 = \frac{1}{2} \frac{e}{m} \epsilon t^2 + y_0$$

$$\Rightarrow \frac{y_0}{2} = \frac{1}{2} \frac{e}{m} \epsilon t^2 \quad t = \sqrt{\frac{2m y_0}{e \epsilon}}$$

$$\text{d'où } v_0 = l \times \sqrt{\frac{e \epsilon}{m y_0}}$$

$$\text{A.N. : } \boxed{v_0 = 3,0 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}}$$

Exercice 3 p 95

1. ref. : terrestre.

$$2. \vec{a} \xrightarrow{\vec{a}} a = 0,18 \text{ m.s}^{-2} \quad \vec{a} = a \vec{i}.$$

 $\vec{v}$ fonction linéaire du temps.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow d\vec{v} = \vec{a} dt. \quad \vec{v} = at \vec{i} + c_0 \vec{i}$$

$$\text{à } t=0 \quad \vec{v}=0 \Rightarrow c_0=0. \quad \Rightarrow \boxed{\vec{v} = at \vec{i}}$$

$$\text{donc } v = \sqrt{(at)^2} = at \quad \text{fonction linéaire du temps}$$

$$3 - \text{on veut que } v = 250 \text{ km.h}^{-1} \text{ soit } v = \frac{250 \times 1000 \text{ m}}{3600} = 69,4 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{on cherche } t \quad \text{t.q. } v = at \quad t = \frac{v}{a} = \frac{69,4}{0,18} = 385,8 \text{ s}$$

$$\text{soit } t = 6,43 \text{ min} = 6 \text{ min et } 26 \text{ s.}$$

Exercice 6 p 95

1. calcul de l'accélération on remarque que $v = at$

$$\text{donc } a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{50 - 0}{5 - 0} = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

b. le mouvement est rectiligne et uniformément accéléré
vertical2. entre 20 et 30 s. la vitesse est constante $v = 10 \text{ m.s}^{-1}$ donc l'accélération est nulle $\Rightarrow$ MRU

QCM n°5 p 98

1. vrai 3^e loi de Newton

2. faux

3. faux.

4.

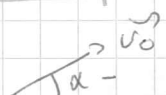
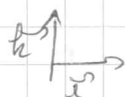
Ex n°19 p100

1a. la grosse Bertha reculant
 b. syst $\left\{ \begin{array}{l} \text{Bertha} + \text{boulet} \end{array} \right\}$ à $t=0$ $\vec{p}=0$ syst pseudo-isolé
 $\vec{p}_B + \vec{p}_{\text{boulet}} = 0$ $n \vec{v} = m \vec{v}' = 0$ $v = \frac{mv'}{n}$ $v = 6 \text{ m.s}^{-1}$
 $= 14 \text{ km.h}^{-1}$

2a. si $M = 10 \text{ tonnes} = 10^4 \text{ kg} \Rightarrow v = 28 \text{ m.s}^{-1}$
 $\Rightarrow$ seul très important.

b. masse importante pour limiter le recul

Ex n°6 p121



$$\sum \vec{F} = m \vec{a} \quad m \vec{g} = m \vec{a} \quad \vec{a} = \vec{g} \quad \vec{g} = -g \vec{e}_z \quad \vec{a} = -g \vec{e}_z$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \vec{v} = \vec{a} dt \Rightarrow \begin{aligned} v_x &= a_x dt = 0 + dt \\ v_y &= a_y dt = 0 + dt \\ v_z &= a_z dt = -g t + dt \end{aligned}$$

$$\text{à } t=0 \quad \vec{v} = v_0 \cos \alpha \vec{e}_x + v_0 \sin \alpha \vec{e}_z \quad \begin{aligned} v_x &= v_0 \cos \alpha \\ v_z &= v_0 \sin \alpha \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_z = -gt + v_0 \sin \alpha \\ v_y = 0 \end{cases}$$

$$x = \frac{dx}{dt} \quad \begin{cases} dx = v_x dt = v_0 t \cos \alpha + dt \\ dz = v_z dt = v_0 t \sin \alpha + dt \\ dz = v_0 dt = dt \end{cases}$$

$$\text{donc on a } x(t) = v_0 t \cos \alpha + dt$$

$$y(t) = dt$$

$$z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin \alpha + dt$$

$$\text{pour un sel: } \begin{aligned} x_0 &= 0 \\ y_0 &= 0 \\ z_0 &= 0 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x(t) = v_0 t \cos \alpha \\ y(t) = 0 \\ z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin \alpha \end{cases}$$

2. selon α $v_x = v_0 \cos \alpha$: cte $\Rightarrow$ le recul est cte selon α .

3- on suppose $v_z = 0 \Rightarrow g t = v_0 \sin \alpha$ $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
 $\Rightarrow z(t) = -\frac{1}{2} g \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right)^2 + v_0^2 \frac{\sin^2 \alpha}{g}$

$$\text{et faire que } z > 3 \text{ m} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} < \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

1. sgst : poids
ref : terre ou solide

lancer : poids $\vec{P} = m\vec{g}$
 autres forces négligées

RFD : $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ 2^e loi de Newton

• repère $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z}) \Rightarrow$ mut plan

• CI $\vec{r}_0(0; 0; 1,6)$ $\vec{v} = v_0 \cos \alpha \vec{x} + v_0 \sin \alpha \vec{y}$

$$v_0 = 27 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\alpha = 42^\circ$$

• $\vec{P} = m\vec{a}$ $\downarrow$ 2^e loi de Newton
 $\sum \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$
 $\uparrow$ unique force $a = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$
 $\vec{a} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -g \end{pmatrix}$

• vitesse $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$
 $\frac{dv_x}{dt} = a_x \Rightarrow v_x = A$
 $\frac{dv_y}{dt} = a_y \Rightarrow v_y = B$
 $\frac{dv_z}{dt} = a_z \Rightarrow v_z = -gt + C$

$\rightarrow$ calcul de A, B et C
 à $t=0$

$$v_x(t=0) = v_0 \cos \alpha \Rightarrow v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y(t=0) = 0 \Rightarrow v_y = 0$$

$$v_z(t=0) = v_0 \sin \alpha \Rightarrow v_z = -gt + v_0 \sin \alpha$$

• eq. horaire $\vec{r} = \frac{d\vec{v}}{dt}$
 $dx = v_x dt \Rightarrow x(t) = v_0 \cos \alpha t + A'$
 $dy = v_y dt \Rightarrow y(t) = B'$
 $dz = v_z dt \Rightarrow z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t + C'$

$\rightarrow$ calcul de A', B' et C'

$$\text{à } t=0 \quad \vec{r}_0(0; 0; 1,6 \text{ m}) \quad x(t=0) = 0 \Rightarrow A' = 0$$

$$y(t=0) = 0 \Rightarrow B' = 0$$

$$z(t=0) = 1,6 \Rightarrow C' = 1,6$$

$$\boxed{x(t) = v_0 \cos \alpha t} \quad \boxed{y(t) = 0} \quad \boxed{z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t + 1,6}$$

• eq. de la trajectoire

$$t = \frac{x(t)}{v_0 \cos \alpha} \Rightarrow \boxed{z(x) = -\frac{1}{2}g \frac{x^2}{(v_0 \cos \alpha)^2} + \tan \alpha \cdot x + 1,6} \text{ eq. d'une parabole}$$

2. portée $z=0$ on cherche x.

$$\Rightarrow -\frac{1}{2}g \frac{x^2}{(v_0 \cos \alpha)^2} + \tan \alpha \cdot x + 1,6 = 0$$

$$\Delta = \tan^2 \alpha + \frac{2g \cdot 1,6}{(v_0 \cos \alpha)^2} \Rightarrow x_1 = -1,7 \text{ m} \leftarrow \text{impossible}$$

$$x_2 = +7,6 \text{ m}$$

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

Rem: $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$

$$\frac{\text{rad}}{x} \quad \frac{\text{degré}}{180} \quad x = \frac{\alpha \pi}{180}$$

$$-\frac{1}{2} g \frac{x^2}{(v_0 \cos \alpha)^2} + \tan \alpha x + h = 0 \quad (ax^2 + bx + c = 0)$$

$$\begin{pmatrix} 180^\circ \rightarrow \bar{u} \\ \alpha \rightarrow \alpha \end{pmatrix}$$

$$\Delta = b^2 - 4ac \Rightarrow \Delta = \tan^2 \alpha + \frac{2g}{(v_0 \cos \alpha)^2} h$$

$$\begin{cases} x_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} < 0 = -1,7 \text{ m} \\ x_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} > 0 = +75,6 \text{ m} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \underline{\text{portée} = 75,6 \text{ m}}$$

2 solutions, une seule est physiquement réalisable

Ex quelle est la période spatiale de l'oscillation de fréquence 440 Hz?

Quelle est la période T et f?

- onde sinusoïdale mesurée de la T

$$10 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ T} \quad u$$

* accepteurs en phase. On déplace de la période

récepteurs, 2 récepteurs

- vitesse du son dans l'air. simulé

- vitesse de l'onde sur la corde simulée

TP onde

1a- d'après le texte la lune a une trajectoire circulaire.
Or un cercle est un cas particulier d'ellipse où les deux foyers sont confondus. C'est donc en accord avec la 1^{ère} loi de Kepler.

1b- distance lune centre de la Terre $384\,000\text{ km} = 3,84 \times 10^8\text{ m}$

1c- d'après la 2^{ème} loi de Kepler, le segment [TL] qui relie le centre de la Terre à celui de la Lune balaie des aires égales pendant des durées égales. Or [TL] est constant (trajectoire circulaire), donc le mouvement est uniforme.

2a. syst : Lune

ref : géocentrique (galiléen)

forces : 1 seule force gravitationnelle $\vec{F}_{T/L} = -G \frac{M_T M_L}{R^2} \vec{u}$

dans le repère de Frénet $\vec{F}_{T/L} = G \frac{M_T M_L}{R^2} \vec{u}_N$

repère : celui de Frénet.

CI : x

2^{ème} loi de Newton appliquée à la lune dans le ref. géocentrique

$$\sum \vec{F} = M_L \vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/L} = M_L \vec{a} \Leftrightarrow \frac{G M_T M_L}{R^2} \vec{u}_N = \underbrace{\left(\frac{dv}{dt} \vec{u}_T + \frac{v^2}{R} \vec{u}_N \right)}_{\vec{a}} M_L$$

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \quad v = \text{cte.}$$

$$\frac{v^2}{R} = \frac{G M_T}{R^2} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{G M_T}{R}}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 5,98 \cdot 10^{24}}{3,84 \times 10^8}}$$

$$v = 10^3 \text{ m.s}^{-1}$$

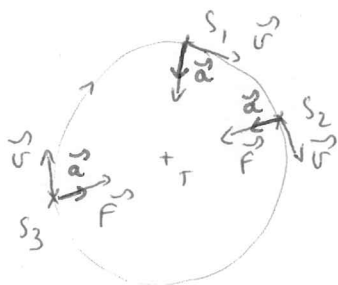
2b 2TTR en 27 jours à vérifier

$$v = \frac{d}{dt} \Rightarrow v = \frac{2TTR}{T} \Rightarrow T = \frac{2TTR}{v} = \frac{2\pi \times 3,84 \cdot 10^6}{10^3} = 2,4 \cdot 10^6 \text{ s} \Rightarrow 27,8 \text{ jours}$$

3- Plus de forces $\Rightarrow$ MRU (1^{ère} loi de Newton) avec une vitesse $v = 10^3 \text{ m.s}^{-1}$ en une seconde la lune parcourerait 1 km rectilignement.

4- la présence de la Terre et la force gravitationnelle qui en résulte agissent comme si elle détournait à chaque seconde la lune d'une trajectoire rectiligne pour la faire "retomber" de 1,5 mm sur son orbite circulaire autour de la Terre

1

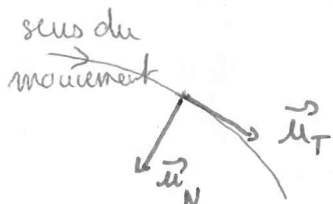


$\vec{F}$: force d'attraction de la Terre sur le satellite - $\vec{F}$ dirigé vers le centre de la Terre.

$\vec{v}$: vitesse du satellite : tangente à la trajectoire

$\vec{a}$: dirigé selon $\vec{F}$ car d'après la 2^e loi de Newton $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$ - l'accélération est donc centripète, il n'y a qu'une seule force.

2. Repère de Freinet



Un vecteur quelconque dans la base de

Freinet: $\vec{\omega} = \omega_T \vec{u}_T + \omega_N \vec{u}_N$

$$\vec{F} = F \vec{u}_N$$

$$\vec{a} = a \vec{u}_N$$

$$\vec{v} = v \vec{u}_T$$

3a. syst: satellite

ref: Géocentrique (galiléen) $\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

$$+ G \frac{m m_T}{R^2} \vec{u}_N = m a \vec{u}_N \Rightarrow a = \frac{G m_T}{R^2}$$

3b. d'après Freinet $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{u}_T + \frac{v^2}{R} \vec{u}_N$

$$a_T = 0 \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = \text{cte.}$$

$$a_N = a = \frac{v^2}{R}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{aR} \Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{G m_T}{R}}} \quad v = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 5,98 \cdot 10^{24}}{30 \cdot 10^6}}$$

$$v = 3,6 \cdot 10^3 \text{ ms}^{-1} \quad v = 12,96 \cdot 10^3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

1 Trajectoire de la Terre $\rightarrow$ ellipse d'après la 1^{ère} loi de Kepler

2 - a - période de révolution T $T = 365,25 \times 24 \times 3600 = 3,16 \times 10^7 \text{ s}$

b - 3^e loi de Kepler : $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G M_0}$ où M_0 est la masse du Soleil

$$\Rightarrow a^3 = \frac{T^2 \times G M_0}{4\pi^2} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{T^2 \times G M_0}{4\pi^2}} = 1,49 \times 10^{11} \text{ m.}$$

Ce qui est "très" proche de 150 millions de km, valeur approximative connue.

3 - a - Ce point s'appelle la PERIHELIE

b - Si les saisons avaient un rapport avec la distance Terre - Soleil, ce serait l'été au périhélie et partout sur la Terre.

c - La 2^e loi de Kepler (loi des Aires) indique que la Terre a la vitesse la plus importante au périhélie (donc au mois de janvier).

d - Ainsi l'hiver, ~~est~~ dans l'hémisphère nord est plus court que l'été. En été, la Terre est à l'aphélie lieu où la vitesse est la plus lente.

