20/12/20 :

TG : Spé Physique – Mécanique.

2.1.2. (...) $$r = \sqrt{\frac{d \times \eta \times 9}{2\Delta t \times \rho \times g}}.$$

A.N :

$$r = \sqrt{\frac{2,11\times10^{-3} \times 1,8\times10^{-5} \times 9}{2\times 10,0 \times 890 \times 9,8}}$$

$$r = 1,4\times10^{-6}\ m$$

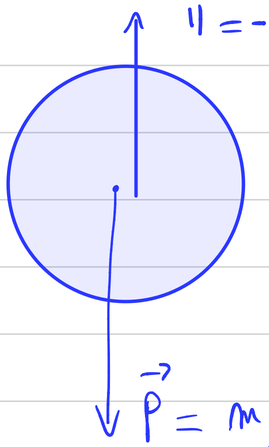
$$\boxed{r = 1,4\ \mu m.}$$

2.1.3 On a : $$v_1 = \frac{2}{9} \times \frac{\rho \times g \times r^2}{\eta}$$

Or on veut que v_1 soit faible, de plus, v_1 est proportionnelle à r^2. Donc r doit être faible. On préfèrera donc les petites gouttelettes.

2.2.

$$\vec{\Pi} = -\rho_{air} V \times \vec{g}$$



$$\vec{P} = m\vec{g} = \rho_{huile} \times V \times \vec{g}$$

$$\frac{P}{\Pi} = \frac{\rho_{huile} \times \cancel{V \times g}}{\rho_{air} \times \cancel{V \times g}} = \frac{890}{1,3} \simeq \boxed{700}$$

Ainsi, la poussée d'Archimède est négligeable devant le poids.

Système : {gouttelette de masse m}

$$\vec{u}\begin{pmatrix}x\\y\end{pmatrix} + \vec{v}\begin{pmatrix}x_1\\y_1\end{pmatrix} + \vec{w}\begin{pmatrix}x_2\\y_2\end{pmatrix} = \vec{0}$$

$x + x_1 + x_2$

Réf : terrestre supposé galiléen.

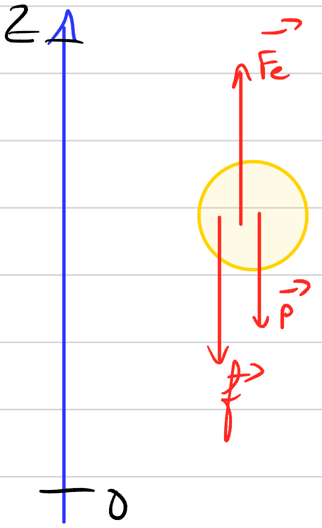
Bdf : * $\vec{P} = m\vec{g}$
* $\vec{F_e} = q\vec{E}$
* $\vec{f} = -6\pi\eta \times r \times \vec{v_2}$.

2nde Loi de Newton :

$$\vec{P} + \vec{F_e} + \vec{f} = m \times \vec{a} \quad \text{car } \vec{v_2} = \vec{cst}.$$

$$\vec{P} + \vec{F_e} + \vec{f} = m \times \vec{0}$$

$$\vec{P} + \vec{F_e} + \vec{f} = \vec{0}.$$



Project° sur (Oz)

$$-P + F_e + (-f) = \vec{0}.$$

$$-mg - qE - 6\pi\eta r v_2 = 0.$$

$$-qE = mg + 6\pi\eta r v_2.$$

$mg = 6\pi\eta r v_1$

$$q = -\frac{mg + 6\pi\eta r v_2}{E}$$

$$q = -\frac{6\pi\eta r v_1 + 6\pi\eta r v_2}{E}$$

$$\boxed{q = -\frac{6\pi\eta r (v_1 + v_2)}{E}}$$

On sait que :

22.1. $v_1 = \frac{2}{9} \times \frac{\rho g r^2}{\eta}$

$$v_1(2) = v_1(5)$$

$$\cancel{\frac{2}{9}} \times \cancel{\frac{\rho g}{\eta}} r_2^2 = \cancel{\frac{2}{9}} \cancel{\frac{\rho g}{\eta}} r_5^2$$

$$r_2^{\,2} = r_5^{\,2}$$

$$r_2 = r_5 = 1{,}3\ \mu m.$$

On a établit que : $$q = -\frac{6\pi\eta r(V_1+V_2)}{E}$$

$$V_1+V_2 = \frac{-qE}{6\pi\eta r}$$

$$V_2 = \frac{-qE}{6\pi\eta r} - V_1$$

On voit ici que V_2 ne peut dépendre unique de la charge car les autres paramètres sont constants. Alors les vitesses de remontée des gouttelettes 2 et 5 ne sont pas les mêmes car leur charge est différente.

2.2.2. $q(1) = -6{,}4 \times 10^{-19}\,C = -4 \times 1{,}6 \times 10^{-19} = -4e.$

de même :

$q(2) = -5e$ — On observe bien que la charge des gouttelettes est quantifiée.

$q(3) = -6e$

$q(4) = 10\ e$

$q(5) = -6e.$

2.3. Les expériences de Millikan et de Thomson sont différentes car :

- * Millikan tient compte du poids contrairement à Thomson.
- * $\vec{E}$ constant pour Thomson contrairement à Millikan.

$$p = \frac{h}{\lambda}.$$

3.1. Cette expérience révèle le caractère ondulatoire des électrons car ils se diffractent, un phénomène propre aux ondes.

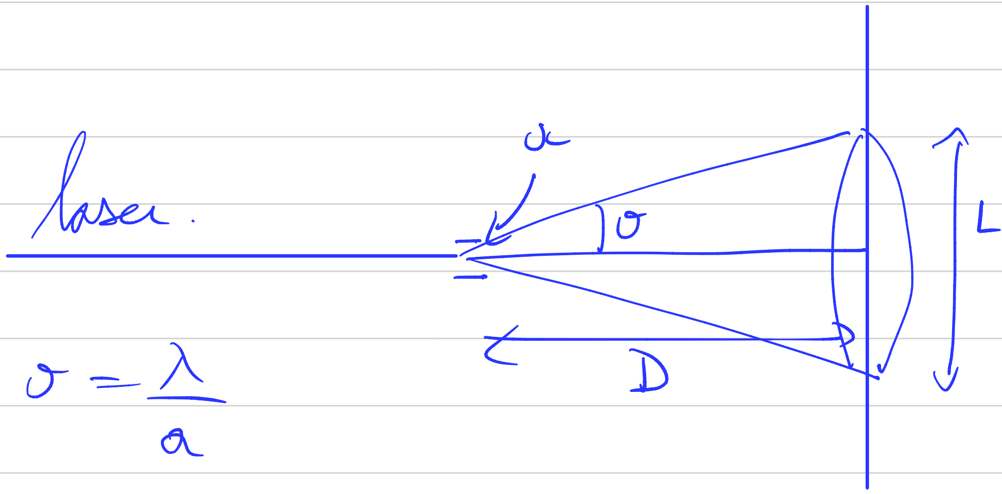
3.2. $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mV} = \frac{6{,}63\times10^{-34}}{9{,}10\,93826\times10^{-31}\times 4{,}4\times10^{6}}$

$= 1{,}65\times10^{-10}$ m.

$E = mc^2$

$[m] = \frac{E}{c^2} = \frac{J}{\frac{m^2}{s^2}} = \frac{J}{m^2}\times s^2$

$\frac{\cancel{J}\times\cancel{s}}{\frac{\cancel{J}\cancel{s}}{m^2}\times\frac{\cancel{m}}{\cancel{s}}} = m.$



$\theta = \frac{\lambda}{a}$

$\theta = \frac{L}{2D}$

3.3. On sait que le phénomène de diffract° est observé uniquement lorsque la taille de l'obstacle ou de la fente est du même ordre de grandeur ou plus petit que la longueur d'onde de l'onde émise.

Donc $d_{atome} = 10^{-10}$ m.

Chapitre 9 : Satellisation et lois de Kepler

Thème 2 : dynamique newtonienne

PLUS DE BONNES NOTES

18 décembre 2019

Chapitre 9 : Satellisation et lois de Kepler

Thème 2 : dynamique newtonienne

I. Mouvement circulaire uniforme

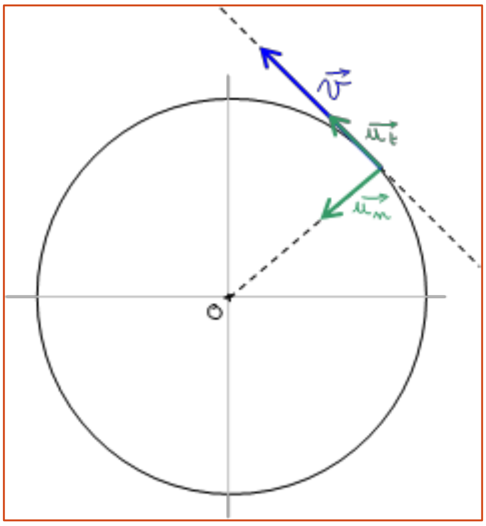
1. Définition

On dit qu'un solide a un mouvement circulaire uniforme, dans un référentiel donné, si sa trajectoire est un cercle et si la valeur de sa vitesse est constante.

2. Vitesse

Remarques :

- Le vecteur vitesse $\vec{v}$ est tangent à la trajectoire.
- Le vecteur vitesse $\vec{v}$ n'est pas constant car sa direction n'est pas constante.



Repère de Frenet : Soit un vecteur $\overrightarrow{u_t}$ orienté dans le sens positif de la tangente à la trajectoire.

Soit un vecteur unitaire $\overrightarrow{u_n}$ normal à la trajectoire orienté vers le centre O de celle-ci.

$(\overrightarrow{u_t}\ ;\overrightarrow{u_n})$ est appelé repère de Frenet.

3. Vecteur accélération

On admettra que dans le repère de Frenet, le vecteur accélération s'écrit :

$$\boxed{\overrightarrow{a} = \frac{dv}{dt}.\overrightarrow{u_t} + \frac{v^2}{r}.\overrightarrow{u_n}}$$

Dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme, $\frac{dv}{dt} = 0$ car la valeur de la vitesse est constante. Et donc :

$$\boxed{\overrightarrow{a} = \frac{v^2}{r}.\overrightarrow{u_n}}$$

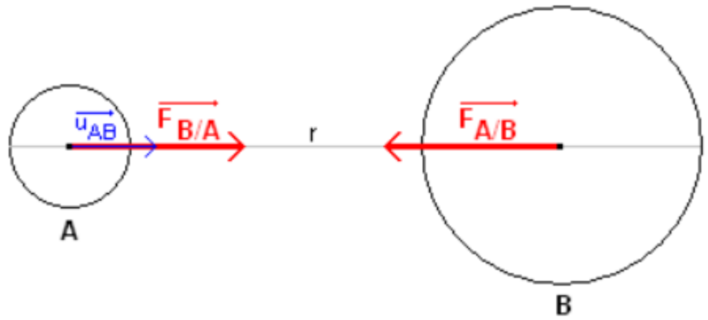
II. Satellite en orbite circulaire

1. Loi de gravitation universelle

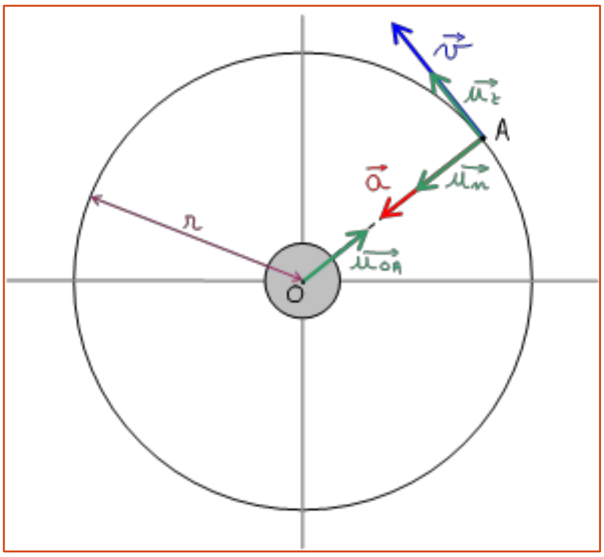
Deux corps A et B, de masses respectives mA et mB, à répartition sphérique de masse (en abrégé RSDM), sont soumis à des forces d'attraction :

$$\boxed{\overrightarrow{F_{A/B}} = -\overrightarrow{F_{B/A}} = -\frac{G.m_A.m_B}{r^2}.\overrightarrow{u_{AB}}}$$

$$\text{avec} \begin{cases} F_{A/B} = F_{B/A}\text{: forces d'attractions existant entre les corps A et B (en N)} \\ r\text{ : distance séparant les centres des corps A et B (en m)} \\ G\text{: constante de gravitation universelle (G=6,67} \times 10^{-11} N.m^2.kg^{-2}) \\ \overrightarrow{u_{AB}}\text{: vecteur unitaire orienté de A vers B} \end{cases}$$



2. Etude dynamique



On étudie le mouvement d'un satellite A de masse m considéré comme ponctuel. Le satellite décrit, dans le référentiel astrocentrique supposé galiléen, une trajectoire circulaire de centre O (centre de l'astre de masse M).

On considère que seule la force d'attraction gravitationnelle exercée par l'astre central s'exerce sur le satellite A :

$$\vec{F} = G \times \frac{m.M}{r^2}\overrightarrow{u_n}$$

D'après la deuxième loi de Newton, on a :

$$\vec{F} = m \times \vec{a}$$
$$G \times \frac{m.M}{r^2}\overrightarrow{u_n} = m \times \vec{a}$$

En simplifiant par la masse du satellite m on obtient :

$G \times \frac{M}{r^2}\overrightarrow{u_n} = \vec{a}$; ce qui peut aussi s'écrite :

$$\boxed{\vec{a} = G \times \frac{M}{r^2}\overrightarrow{u_n}}$$

Nature du mouvement :

Dans le cas général, dans le repère de Frenet l'accélération s'écrit ainsi :

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\overrightarrow{u_t} + \frac{v^2}{r}\overrightarrow{u_n}$$

Or dans notre cas, grâce à la deuxième loi de newton, nous avons démontré que :

$\vec{a} = G \times \frac{M}{r^2}\overrightarrow{u_n}$; ce qui peut aussi s'écrire :

$\vec{a} = 0 \times \overrightarrow{u_t} + G \times \frac{M}{r^2}\overrightarrow{u_n}$; par identification avec l'accélération dans le repère de Frenet on a :

$$\begin{cases} \dfrac{dv}{dt} = 0 \\ \dfrac{v^2}{r} = G \times \dfrac{M}{r^2} \end{cases}$$

Comme $\frac{dv}{dt} = 0$, on peut dire que la **valeur (et non le vecteur)** de la vitesse est constante. Le mouvement est donc uniforme. Ainsi dans l'approximation d'une trajectoire circulaire, le mouvement est uniforme.

Vitesse du satellite :

D'après les équations précédentes, on peut écrire que :

$\frac{v^2}{r} = G \times \frac{M}{r^2}$; on multiplie par r chaque membre de cette égalité :

$v^2 = G \times \frac{M}{r}$; on applique la fonction racine carrée à chaque membre :

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{G.M}{r}}}$$

Ici on remarque que la vitesse du satellite ne dépend pas de sa masse m.

Période de révolution :

Soit T la période de révolution du satellite autour de l'astre central. T est donc le temps nécessaire au satellite pour effectuer un tour complet autour de l'astre au centre.

Nous avons démontré que la vitesse du satellite est constante. Donc sa vitesse en chaque instant est égale à sa vitesse moyenne. Or le satellite vérifie une trajectoire circulaire de rayon r. Il parcourt donc une distance de $d = 2.\pi.r$ en une durée égale à T :

$v = \frac{2.\pi.r}{T}$; on effectue un produit en croix pour isoler T :

$T = \frac{2.\pi.r}{v}$; on applique la fonction carrée

$T^2 = \frac{4.\pi^2.r^2}{v^2}$; on remplace v par son expression trouvée en amont ($\sqrt{\frac{G.M}{r}}$) :

$T^2 = \frac{4.\pi^2.r^2}{\sqrt{\frac{G.M}{r}}^2}$;

$T^2 = \frac{4.\pi^2.r^2}{\frac{G.M}{r}}$;

$T^2 = \frac{4.\pi^2.r^3}{G.M}$; on applique la fonction racine carrée :

$$T = \sqrt{\frac{4.\pi^2.r^3}{G.M}}$$

Remarque

L'égalité $T^2 = \frac{4.\pi^2.r^3}{G.M}$ peut aussi s'écrire de la manière suivante :

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4.\pi^2}{G.M}$$

On retrouve ainsi la troisième loi de Kepler que vous allez voir en aval.

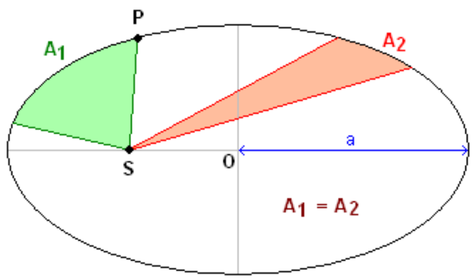
III. Lois de Kepler

1. Première loi de Kepler (loi des orbites)

Dans le référentiel héliocentrique, la trajectoire du centre d'une planète est une ellipse dont le centre du Soleil est l'un des foyers.

2. Deuxième loi de Kepler (loi des aires)

Le segment rayon qui relie le centre du Soleil au centre de la planète balaie des aires égales pendant des durées égales.



3. Troisième loi de Kepler (loi des périodes)

Dans le cas d'une orbite elliptique, le carré de la période de révolution T d'une planète rapporté au cube de demi grand-axe a est une constante, et ce, quelque soit la planète orbitant autour de l'astre central :

$$\frac{T^2}{a^3} = constante$$

Dans le cas d'une trajectoire circulaire, on peut écrire :

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4.\pi^2}{G.M}$$