

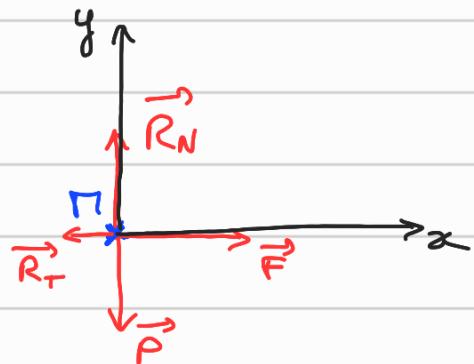
DN n°4

Exercice 1 :

Q1 . Le principe fondamental de la dynamique appliquée au système {traîneau} dans le référentiel terrestre supposé galiléen donne :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}.$$

A l'état initial, le traîneau est immobile :
 $\vec{v} = \vec{0}$ donc $\vec{a} = \vec{0}$



En projection sur \vec{u}_x et \vec{u}_y , on a :

$$\begin{cases} F - R_T = 0 \\ -mg + R_N = 0 \end{cases} \quad \text{soit} \quad \begin{cases} F = R_T \\ R_N = mg \end{cases}$$

Or le traîneau étant immobile, on a la relation $R_T < f \cdot R_N$

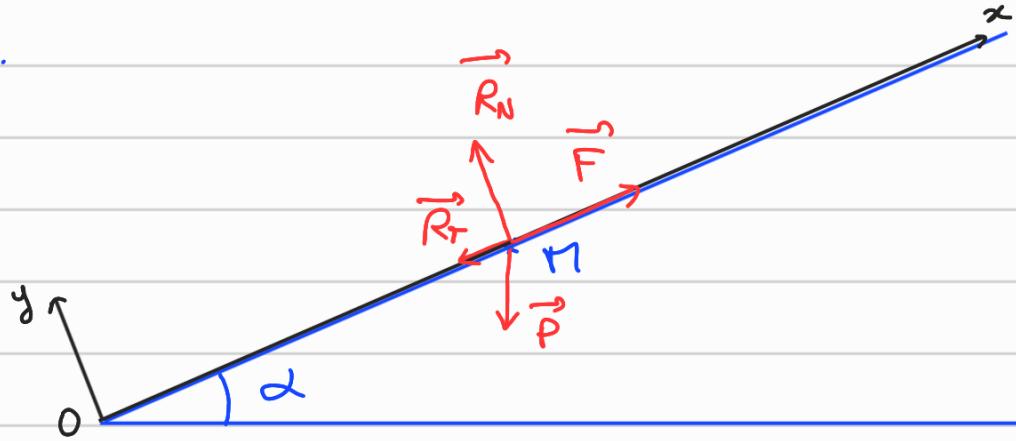
Pour $R_T = f \cdot R_N$ le traîneau commence à glisser.

On a donc $F_{\min} = f \cdot R_N$ soit $F_{\min} = f \cdot mg$

AN : $F_{\min} = 5,0 \cdot 10^{-2} \cdot 5,0 \cdot 10^2 \cdot 9,8 = 245 \text{ N}$

$F_{\min} = 2,5 \cdot 10^2 \text{ N}$ avec 2 chiffres significatifs.

Q2.



Le principe fondamental de la dynamique en projection sur Ox et Oy donne :

$$\begin{cases} -mg \sin \alpha - R_T + F = m a_x \\ -mg \cos \alpha + R_N = m a_y = 0 \text{ car il n'y a pas de mouvement sur } Oy. \end{cases}$$

Soit $R_N = mg \cdot \cos \alpha$.

Au repos on a $R_T < f \cdot R_N$ et $a_x = 0$

Soit $-mg \sin \alpha + F = R_T < f \cdot R_N$

$$-mg \sin \alpha + F < f \cdot mg \cdot \cos \alpha$$

Soit $F < f mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$

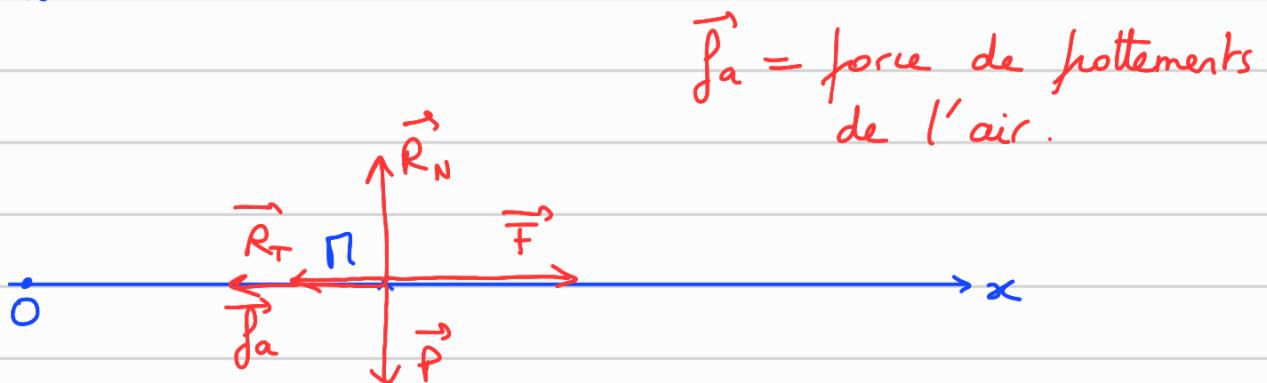
$$F < mg (f \cos \alpha + \sin \alpha)$$

En posant $f \cos \alpha + \sin \alpha = f'$ on a

$$F < f' mg.$$

La force minimale que les rennes doivent appliquer est $F_{\min} = f' mg$ avec $f' = f \cos \alpha + \sin \alpha$

Q3. On choisit un axe Ox dans la direction et le sens du mouvement de sorte que $\vec{\omega} = \omega \vec{u}_x$ avec $\omega = \dot{x} > 0$.



\vec{f}_a = force de frottements de l'air.

On applique le principe fondamental de la dynamique au système traîneau dans le référentiel terrestre supposé galiléen :

$$\vec{P} + \vec{R}_T + \vec{R}_N + \vec{f}_a + \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\vec{P} + \vec{R}_T + \vec{R}_N - \beta \vec{v} + \vec{F} = m \vec{a}$$

En projetant sur les axes (Ox) et (Oy) on obtient :

$$\begin{cases} -R_T - \beta \dot{x} + F = m \ddot{x} \\ -mg + R_N = 0 \end{cases}$$

En mouvement on a $R_T = f \cdot R_N = f \cdot mg$

Soit $m \ddot{x} = -f mg - \beta \dot{x} + F$

Or $\ddot{x} = \frac{du}{dt}$ et $\dot{x} = u$

soit

$$\frac{dv}{dt} + \frac{\beta v}{m} = \frac{F}{m} - fg$$

que l'on peut mettre sous la forme :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{v}{Z} = \frac{F}{m} - fg$$

avec

$$Z = \frac{m}{\beta}$$

Q4. La solution de cette équation différentielle du 1^{er} ordre à coefficients constants est la somme d'une solution particulière et d'une solution de l'équation homogène.

* Solution particulière : pour $v = ct$ on a $v = \frac{F - fmg}{\beta}$

* Solution générale de l'équation homogène : $v = Ae^{-t/Z}$

* Solution complète : $v(t) = Ae^{-t/Z} + \frac{F - fmg}{\beta}$

On détermine la constante A avec la condition initiale $v(0) = 0$:

$$0 = A + \frac{F - fmg}{\beta} \Rightarrow A = -\frac{F - fmg}{\beta}$$

En posant $v_p = \frac{F - fmg}{\beta}$ on a $v(t) = v_p (1 - e^{-t/Z})$

Pour $t \rightarrow +\infty$ on a $v \rightarrow v_p$ donc v_p est la valeur limite que prend la vitesse (et lorsque $v = v_p$ $\frac{dv}{dt} = 0$).

Q5. A la date t_1 , $v(t_1) = 0,95 v_0$

$$\text{soit } 1 - e^{-t_1/\tau} = 0,95$$

$$\Leftrightarrow e^{-t_1/\tau} = 0,05$$

$$\Leftrightarrow \frac{t_1}{\tau} = -\ln 0,05$$

$$\Leftrightarrow \tau = \frac{-t_1}{\ln 0,05}$$

$$\text{Soit } \frac{m}{\beta} = -\frac{t_1}{\ln 0,05} \Leftrightarrow \beta = -\frac{m \cdot \ln 0,05}{t_1}$$

$$\text{AN: } \beta = -\frac{5,0 \cdot 10^2 \cdot \ln 0,05}{5,0} = \underline{3,0 \cdot 10^2 \text{ kg.s}^{-1}}$$

On détermine F avec l'expression $v_r = \frac{F - fmg}{\beta}$

$$F = \beta v_r + fmg$$

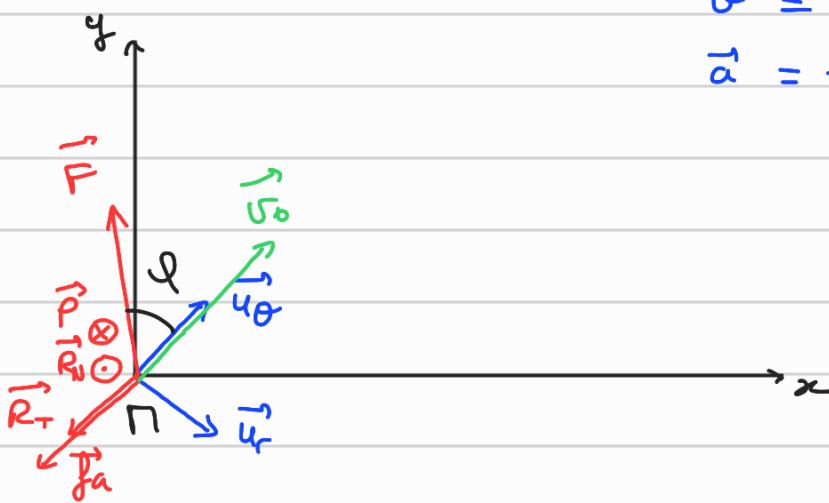
$$\text{AN: } F = 3,0 \cdot 10^2 \cdot 3,0 + 5 \cdot 10^{-2} \cdot 5,0 \cdot 10^2 \cdot 9,8 = \underline{1,1 \cdot 10^3 \text{ N}}$$

Q6. En coordonnées cylindriques: $\vec{0n} = R \vec{u}_r$

$$\vec{v} = R \dot{\theta} \vec{u}_\theta = v_0 \vec{u}_\theta$$

$$\vec{a} = -R \dot{\theta}^2 \vec{u}_r = -\frac{v_0^2}{R} \vec{u}_r$$

Q7.



D'après la 2^{de} loi de Newton, on a :

$$\vec{P} + \vec{R_N} + \vec{F} + \vec{f_a} + \vec{R_T} = -\frac{mv_0^2}{R} \vec{u_r}$$

avec $\vec{R_T} = -f \cdot R_N \vec{u_\theta}$

$$\vec{f_a} = -\beta v_0 \vec{u_\theta}$$

$$\vec{F} = F \cos \varphi \vec{u_\theta} - F \sin \varphi \vec{u_r}$$

En projetant cette relation selon les 3 directions on obtient :

$$\left\{ \begin{array}{l} -F \sin \varphi = -m \frac{v_0^2}{R} \\ F \cos \varphi - f R_N - \beta v_0 = 0 \\ -mg + R_N = 0 \end{array} \right.$$

Q8.

$$\left\{ \begin{array}{l} F \sin \varphi = \frac{mv_0^2}{R} \\ F \cos \varphi = \beta v_0 + f mg. \end{array} \right.$$

on a donc

$$\boxed{\tan \varphi = \frac{mv_0^2}{R(\beta v_0 + f mg)}}$$

Et $F^2 = \frac{m^2 v_0^4}{R^2} + (\beta v_0 + f mg)^2$

Soit

$$F = \sqrt{\frac{m^2 v_0^4}{R^2} + (\beta v_0 + f mg)^2}$$

Q9 a) la relation $F(R)$ montre que F diminue quand R augmente pour une valeur de v_0 fixée.
On en déduit que les courbes sont d'autant plus hautes que R est petit.

b) Dans l'expression de F , la courbure intervient dans le terme en $\frac{m^2 v_0^4}{R^2}$, qui devient négligeable lorsque R tend vers $+\infty$.
Comme les courbes correspondant à $R = 30$ m et $R = 40$ m sont quasiment confondues sur le graphique (les 2 plus basses), on en conclut qu'au delà de $R = 30$ m, la courbure ne sera que très peu perceptible.
(pour $R > 40$ m les courbes seraient indiscernables).

c) Sur la courbe correspondant à $R = 10$ m, on lit $v_0 = 2,7 \text{ m.s}^{-1}$ pour $F = 1100 \text{ N}$.
Or on avait déterminé une traction de $1,1 \cdot 10^3 \text{ N}$ en mouvement rectiligne pour une vitesse de 30 m.s^{-1} .
Pour maintenir une traction de 1100 N , la vitesse du traîneau doit être réduite.
(ou pour conserver une vitesse de 30 m.s^{-1} , la traction doit être augmentée : $\approx 1250 \text{ N}$ pour un rayon de courbure de 10 m .)

d) On fait l'AN de $\tan \varphi$ avec $v_0 = 27 \text{ m.s}^{-1}$:

$$\tan \varphi = \frac{2,7^2 \cdot 5,0 \cdot 10^2}{10(3,0 \cdot 10^2 \cdot 2,7 + 5,0 \cdot 10^{-2} \cdot 5,0 \cdot 10^2 \cdot 9,8)}$$

ce qui donne

$$\boxed{\varphi = 19^\circ}$$

Exercice 2

Q1. D'après le modèle de Thomson, la charge électrique est répartie uniformément donc toutes les particules alpha incidentes devraient avoir le même comportement. Or Rutherford observe des comportements différents : certaines particules alpha ne sont pas déviées alors que d'autres "rebondissent" sur l'atome d'or.

Q2. La particule alpha subit la force électrostatique :

$$\vec{F}_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{(2e)(2e)}{d^2} \vec{e}_r$$

Avec $K = \frac{2e^2}{4\pi\epsilon_0}$ on a

$$\boxed{\vec{F}_e = \frac{K}{d^2} \vec{e}_r}$$

Cette force dérive d'une énergie potentielle E_p telle que $\delta U(\vec{F}_e) = -dE_p$.

$$\delta U(\vec{F}_e) = \vec{F}_e \cdot \vec{dr} = \frac{K}{d^2} \cdot dr = -K d \left(\frac{1}{d} \right) = -d \left(\frac{K}{d} \right)$$

Par identification $E_p(d) = \frac{K}{d} + \text{cte}$

Or $\lim_{d \rightarrow \infty} E_p = 0 \Rightarrow \text{cte} = 0$

$$\Rightarrow \boxed{E_p(d) = \frac{K}{d}}$$

la particule alpha ne subit qu'une force de nature conservative \Rightarrow le mouvement est conservatif.

Q3. le mouvement étant conservatif, l'énergie mécanique de la particule alpha est une constante du mouvement.

$$E_n = \text{cte} = E_n(\infty) = E_c(\infty) \text{ car } E_p(\infty) = 0.$$

$$E_n = \frac{1}{2} m_\alpha v_0^2$$

Q4. l'énergie mécanique étant constante

$$E_n(\infty) = E_m(s)$$

$$\frac{1}{2} m_\alpha v_0^2 = \frac{1}{2} m_\alpha v_s^2 + \frac{K}{d}$$

$$\text{Or } v_s = d_m \dot{\theta}_s \Rightarrow v_s^2 = d_m^2 \dot{\theta}_s^2 = \frac{1}{d_m^2} \cdot (d_m \cdot \dot{\theta}_s^2) \\ = \frac{v_0^2 b^2}{d_m^2}$$

$$\frac{1}{2} m_\alpha v_0^2 = \frac{1}{2} m_\alpha \frac{v_0^2 b^2}{d_m^2} + \frac{K}{d_m} \text{ d'où le polynôme :}$$

$$\frac{1}{2} m_\alpha v_0^2 d_m^2 - K d_m - \frac{1}{2} m_\alpha v_0^2 b^2 = 0$$

$$\Delta = K^2 + \zeta \left(\frac{1}{2} m_2 v_0^2 \cdot \frac{1}{2} m_2 v_0^2 b^2 \right)$$

$$\Delta = K^2 + m_2 v_0^2 b^2$$

$$d_m = \frac{K + \sqrt{K^2 + m_2 v_0^2 b^2}}{m_2 v_0^2} = \frac{K + \sqrt{K^2 \left(1 + \frac{m_2^2 v_0^4 b^2}{K^2} \right)}}{m_2 v_0^2}$$

$$d_m = \frac{K}{m_2 v_0^2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{m_2^2 v_0^4 b^2}{K^2}} \right)$$

Q5. a) Le PFD appliqué   la particule d donne:

$$m_2 \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}_e$$

b) En projetant sur \vec{u}_x on obtient :

$$m_2 \frac{du_x}{dt} = \frac{K}{d^2} \cos \theta$$

c) D'après l'énoncé: $d^2 = - \frac{v_0 b}{\dot{\theta}}$

$$\Rightarrow m_2 \frac{du_x}{dt} = - \frac{K}{v_0 b} \dot{\theta} \cos \theta$$

d) $\frac{d}{dt} (m_2 u_x) = \frac{d}{dt} \left(- \frac{K}{v_0 b} \sin \theta \right)$

$$m_2(v_{x_0} - v_{x_0}) = -\frac{k}{v_0 b} \sin \theta_0 + \frac{k}{v_0 b} \sin \theta_0 .$$

e) D'après la situation :

$$\begin{aligned} v_{x_0} &= v_0 \\ v_{x_0} &= v_0 \cos \varphi \\ \theta_0 &= \varphi \\ \theta_0 &= \pi \end{aligned}$$

$$m_2(v_0 \cos \varphi - v_0) = -\frac{k}{v_0 b} \sin \varphi + \underbrace{\frac{k}{v_0 b} \sin(\pi)}_{=0}$$

$$\begin{aligned} m_2 v_0 (\cos \varphi - 1) &= -\frac{k}{v_0 b} \sin \varphi \\ &= -2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} &= 2 \cos \frac{\varphi}{2} \sin \frac{\varphi}{2} \end{aligned}$$

$$m_2 v_0 \sin \frac{\varphi}{2} = \frac{k}{v_0 b} \cdot \cos \frac{\varphi}{2}$$

$$\boxed{\tan \frac{\varphi}{2} = \frac{k}{m_2 v_0^2 b}}$$

Q6 Il y aura rebond si $\varphi > \frac{\pi}{2}$ (les particules repartent en arrière).

$$\Rightarrow \frac{\varphi}{2} > \frac{\pi}{4} \Rightarrow \tan \frac{\varphi}{2} > 1 \Rightarrow \frac{k}{m_2 v_0^2 b} > 1$$

$$\boxed{b < \frac{k}{m_2 v_0^2}}$$

il y a rebond si les particules sont proches du noyau.

Ce modèle permet de bien interpréter les observations.

$$Q7 \text{ a) } 1 + \frac{m_2^2 v_0^4 b^2}{K^2} = 1 + \frac{1}{\tan^2 \varphi/2} = 1 + \frac{\cos^2 \varphi/2}{\sin^2 \varphi/2}$$

$$= \frac{1}{\sin^2 \varphi/2}$$

$$\Rightarrow d_n = \frac{K}{m_2 v_0^2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{\sin^2 \varphi/2}} \right)$$

b) d_n est minimale pour $\sin \frac{\varphi}{2}$ maximal.

$$\Rightarrow \frac{\varphi}{2} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi = \pi$$

(ou avec la dérivée :

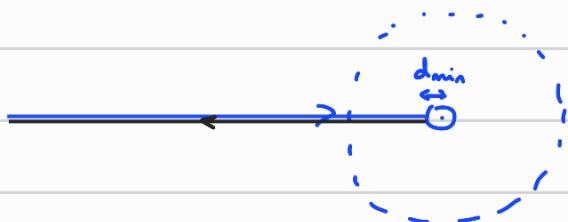
$$\frac{d(d_n)}{d\varphi} = \frac{-K}{m_2 v_0^2} \left(\frac{\frac{1}{2} \cdot \cos \varphi/2}{\sin^2 \varphi/2} \right)$$

$$\frac{d(d_n)}{d\varphi} = 0 \Leftrightarrow \cos \varphi/2 = 0 \Rightarrow \frac{\varphi}{2} = \pi$$

$$d_{n\min} = \frac{2K}{m_2 v_0^2} = \frac{K}{E_n}$$

c) D'après la question Q4, cette valeur de d_m correspond à $b=0$.

La trajectoire est rectiligne, la particule fait un "aller-retour" à la distance $d_{m\min}$.



Avec ce modèle le noyau est impénétrable donc $d_{m\min}$ constitue une borne maximale du rayon du noyau.

$$d) d_{m\min} = \frac{Ze^2}{2\pi \epsilon_0 E_n}$$

$$\text{AN: } d_{m\min} = \frac{79 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{2\pi \cdot 8,9 \cdot 10^{-12} \cdot 5 \cdot 10^6} = 4,5 \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

Q8. D'après la formule précédente $d_{m\min}$ est inversement proportionnel à E_n donc pour atteindre des valeurs de d_m faible il faut augmenter l'énergie.

Q9. $\vec{Cn} = r \vec{e}_r$ avec $r = \text{cte}$ (mt circulaire)
 $\vec{v} = r \dot{\theta} \vec{e}_\theta$

On applique le PFD à l'électron de masse constante étudié dans le référentiel du laboratoire galiléen :

$$m_e \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-e^2}{r^2} \vec{e}_r$$

avec $\frac{d\vec{\omega}}{dt} = \ddot{r}\vec{e}_\theta - r\dot{\theta}^2\vec{e}_r$

$$\left\{ \begin{array}{l} m_e r \ddot{\theta} = 0 \Rightarrow \dot{\theta} = \text{cte} \\ -m_e r \dot{\theta}^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-e^2}{r^2} = \frac{m_e v^2}{r} \end{array} \right.$$

$$v = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m_e r}} \Rightarrow$$

$$\vec{\omega} = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m_e r}} \vec{\mu}_\theta$$

$$Q10 \quad E_n = E_c + E_p$$

avec $E_p = \frac{-e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$ et $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

$$E_n = \frac{-e^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{1}{2} m_e \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 m_e r}$$

$$E_n = -\frac{1}{2} \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$\Rightarrow A = \frac{-e^2}{8\pi\epsilon_0} \quad \text{et} \quad f(r) = \frac{1}{r}$$

$$Q \parallel. \quad P(r) = \frac{e^2 r^2}{12\pi\epsilon_0 c^3} \omega^4$$

$$\text{avec} \quad \omega = \dot{\theta} = \frac{\omega}{r} = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m_e r}} \cdot \frac{1}{r}$$

$$\omega^4 = \frac{e^4}{(4\pi\epsilon_0 m_e r)^2 r^4}$$

$$P(r) = \frac{e^2 r^2}{12\pi\epsilon_0 c^3} \cdot \frac{e^4}{(4\pi\epsilon_0 m_e)^2 r^6}$$

$$P(r) = \frac{e^6}{3 \cdot (4\pi\epsilon_0 m_e c)^3} \cdot \frac{1}{r^6}$$

$$\Rightarrow P_0 = \frac{e^6}{3 \cdot (4\pi\epsilon_0 c)^3 m_e^2}$$

$\frac{P_0}{r^6}$ est en W donc P_0 s'exprime en W.m^6 .

Q12 Si la particule émet de l'énergie sous forme électromagnétique alors son énergie mécanique diminue.

Or $E_m(r) = -\frac{1}{2} \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$ donc si E_m diminue alors r diminue également.

$$Q13. \frac{dE_m(r)}{dt} = -P(r)$$

$$\frac{dE_m(r)}{dt} = \frac{d}{dt} \left(A \cdot \frac{1}{r} \right) = A \left(-\frac{dr}{dt} \cdot \frac{1}{r^2} \right)$$

$$-\frac{A}{r^2} \cdot \frac{dr}{dt} = -\frac{P_0}{r^4}$$

$$r^2 \frac{dr}{dt} = \frac{P_0}{A}$$

(comme $A < 0$
on a bien $\frac{dr}{dt} < 0$)

⇒ le rayon diminue)

Q14.
$$\int_{\text{état initial}}^{\text{état final}} r^2 \frac{dr}{dt} dt = \int_{\text{e.i.}}^{\text{e.f.}} \frac{P_0}{A} dt$$

$$\int_{r_i}^r r^2 dr = \int_0^{t_f} \frac{P_0}{A} dt$$

$$\left[\frac{r^3}{3} \right]_R^0 = \left[\frac{P_0}{A} t \right]_0^{tf}$$

$$-\frac{R^3}{3} = \frac{P_0}{A} t_f$$

$$t_f = -\frac{R^3 A}{3 P_0} \quad (A < 0 \text{ donc } t_f > 0)$$

Q15

$$-\frac{A}{P_0} = -\frac{-e^2}{8\pi\epsilon_0} \cdot \frac{3(4\pi\epsilon_0 c)^3 \cdot m_e}{e^6}$$

$$= \frac{24 \cdot \epsilon_0^2 c^3 m_e^2 \pi^2}{e^4}$$

$$\text{AN: } t_f = \frac{(10^{-10})^3 \cdot 24 (8,9 \cdot 10^{-12})^2 (3 \cdot 10^8) (9,1 \cdot 10^{-31})^2 \pi^2}{3 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^4}$$

$$t_f = \underline{31 \cdot 10^{-10} \text{ s.}}$$

On n'observe pas d'effondrement instantané de l'électron sur le noyau \Rightarrow ce modèle est en contradiction avec les lois de l'électromagnétisme.

Q16. D'après le postulat mécanique $L = \text{cte}$

$$\Rightarrow mr\upsilon = n \frac{h}{2\pi}$$

or $r\upsilon = \frac{er}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0 m_e r}} = e \sqrt{\frac{r}{4\pi\varepsilon_0 m_e}}$

$$\Rightarrow \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m_e e^2} = e^2 \frac{r_n}{4\pi\varepsilon_0 m_e}$$

$$\Rightarrow r_n = \frac{h^2 \varepsilon_0}{\pi e^2 m_e} n^2 = r_0 \cdot n^2$$

avec

$$r_0 = \frac{h^2 \varepsilon_0}{\pi e^2 m_e}$$

AN : $r_0 = \frac{(6,63 \cdot 10^{-34})^2 8,9 \cdot 10^{-12}}{\pi \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$

Q17 Le périmètre de l'orbite vaut.

$$P = n \cdot d$$

Or $d = \frac{h}{m\upsilon} \Rightarrow P = n \frac{h}{m\upsilon}$

$$\text{Or } P = 2\pi r \Rightarrow 2\pi r = \frac{n h}{m v}$$

$$\Rightarrow m r v = n \frac{h}{2\pi}$$

Ce qui correspond au postulat mécanique

$$L = n \cdot \frac{h}{2\pi}$$

Q18 D'après le postulat mécanique $r_n = n^2 r_0$

$$\text{Or } E_n = - \frac{1}{2} \frac{e^2}{4\pi \epsilon_0 r}$$

$$\Rightarrow E_n = - \frac{1}{2} \frac{e^2}{4\pi \epsilon_0 r_0} \frac{1}{n^2} = - \frac{E_0}{n^2}$$

avec

$$E_0 = \frac{e^2}{8\pi \epsilon_0 r_0} = \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2}$$

$$\text{AN : } E_0 = \frac{91 \cdot 10^{-31} (1,6 \cdot 10^{-19})^4}{8 (8,9 \cdot 10^{-12})^2 (6,63 \cdot 10^{-34})^2}$$

$$= \frac{91 \cdot 1,6^4}{8 \cdot 8,9^2 \cdot 6,63^2} \cdot 10^{-31-19,4+12,2+34,2} = 2,1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

$$= \underline{13 \text{ eV}}$$

E_0 représente l'énergie à fournir à l'électron pour le libérer de l'attraction du noyau ($E_\infty = 0$ $E_i = -13 \text{ eV}$)

On parle d'énergie d'ionisation.

$$\text{Q19. } \Delta E = \frac{hc}{\lambda} = E_i - E_f$$

avec $E_f = -\frac{E_0}{n_f^2}$ et $E_i = -\frac{E_0}{n_i^2}$

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = E_0 \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

Soit

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{hc} \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

avec

$$R_H = \frac{E_0}{hc}$$

$$\text{AN: } R_H = \frac{2,1 \cdot 10^{-18}}{663 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

Q20 Ces 3 raies appartiennent au domaine UV.

$$R_H = \frac{1}{\lambda \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)}$$

Si $n_i \uparrow$ $\lambda \downarrow$ donc

Pour d_1 , $n_g = 1$ et $n_i = 2 \Rightarrow R_H = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

Pour d_2 , $n_g = 1$ et $n_i = 3 \Rightarrow R_H = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

Pour d_3 , $n_g = 1$ et $n_i = 4 \Rightarrow R_H = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

Avec 2 chiffres significatifs on retrouve une valeur correspondant au résultat du modèle théorique.

Cependant ce modèle n'est valable que pour l'hydrogène et les ions possédant 1 seul électron