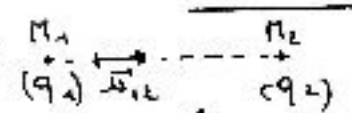


I. A.1)



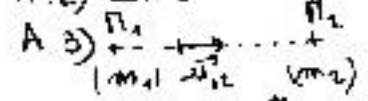
$\vec{r}_{12} = r_{12} \vec{u}_{12}$

$\vec{F}_{1/2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{12}$
 $= q_2 \vec{E}_1(r_{12})$

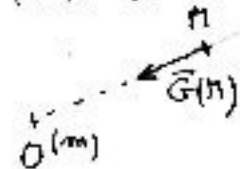


$\vec{E}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{u}_n$

A.2) cours



$\vec{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{12}$



$\vec{G}(r) = -G \frac{m}{r^2} \vec{u}_n$

A.4)

électrique	gravitationnel
q	m
$\vec{E}$	$\vec{G}$
$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	$-G$

Th de Gauss: $\oint_S \vec{G} \cdot d\vec{S} = -M_{int} 4\pi G$

A.5)-a)



$\rho = \frac{M_T}{\frac{4}{3}\pi R_T^3}$

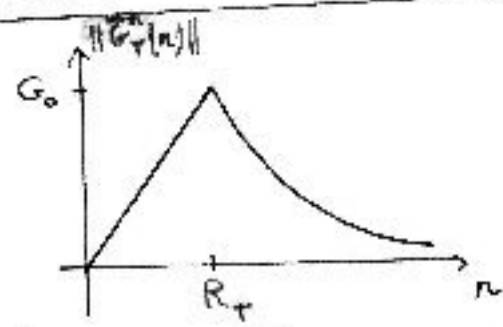
symétrique: $\vec{G}(r) = G(r) \vec{u}_n$

on note $S(r)$: sphère de centre O et de rayon r

Th de Gauss:

$\oint \vec{G} \cdot d\vec{S} = -4\pi G M_{int}(r)$
 $G(r) 4\pi r^2 = -4\pi G M_{int}(r)$
 $G(r) = -\frac{G M_{int}(r)}{r^2}$

• $r \leq R_T$ $M_{int}(r) = M_T \frac{r^3}{R_T^3}$ d'où $\vec{G}(r) = -\frac{G M_T r}{R_T^3} \vec{u}_n$
 • $r \geq R_T$ $M_{int}(r) = M_T$ d'où $\vec{G}(r) = -\frac{G M_T}{r^2} \vec{u}_n$



A.5)b) $G_0 = \frac{G M_T}{R_T^2}$
 $= 9,799 \text{ m.s}^{-2}$
 $G_0 \approx 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

A.5.c) Nouveau modèle: on ne change pas G_0 qui est cohérent, par contre le profil de $\|\vec{G}_T(r)\|$ implique que la terre ne soit pas considérée homogène

A.5.d) D'après les préliminaires du I.5.a)

$$\|G(r)\| = G \frac{M_{int}(r)}{r^2}$$

$$r < R_1 \quad G(r) = G_0 \frac{r}{R_1} \Rightarrow M_{int} = \frac{r^3}{R_1} \frac{G_0}{G}$$

$$\text{d'où} \quad \rho_{moy}(r) = \frac{r^3}{R_1} \frac{G_0}{G} \frac{3}{4\pi r^3} = \frac{3}{4\pi} \frac{G_0}{G} \frac{1}{R_1}$$

↳ moyen homogène.

$$\text{Avec:} \quad \rho_{moy} = \frac{3}{4\pi} \frac{M_T}{R_1 R_2^2} = \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{598 \cdot 10^{24}}{3,5 \cdot 10^6 (6,38 \cdot 10^6)^2}$$

$$\rho_{moy} = 1,0 \cdot 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

A.5.e) ρ uniforme $\Rightarrow \|G(r)\|$ croissant
 } donc $\|G(r)\|$ constant $\Rightarrow \rho \propto$

$$\text{dém:} \quad G(r) = G_0 = G \frac{M_{int}(r)}{r^2} \quad \text{avec} \quad R_2 < r < R_1$$

$$\text{d'où} \quad M_{int}(r) = \frac{G_0}{G} r^2$$

$$\text{or} \quad M_{int}(r) = M_{moy} + M_{manteau}(r)$$

$$\text{d'où} \quad M_{manteau}(r) = M_{[R_1, r]} = \frac{G_0}{G} (r^2 - R_1^2)$$

$$\text{d'où} \quad \delta M_{manteau}(r, r+dr) = \frac{G_0}{G} 2\pi r dr$$

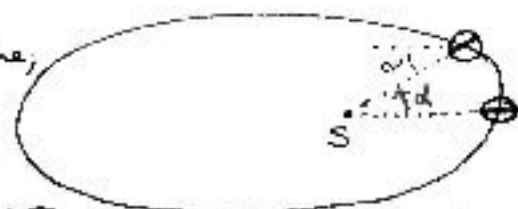
$$= \rho_{manteau}(r) 4\pi r^2 dr$$

$$\text{d'où} \quad \rho_{manteau}(r) = \frac{G_0}{G} \frac{1}{2\pi r}$$

I.B.1) cours

I.B.2) ceci est dû au fait que la terre tourne autour du soleil

Quand la terre aura effectué un tour sur elle-même, elle aura tourné sur l'orbite terrestre.

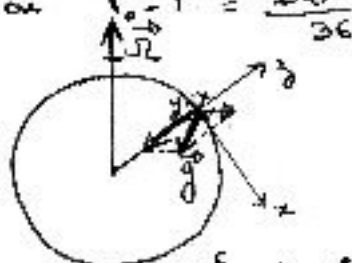


$$\frac{2\pi}{24 \times 365 \times 3600} [T + T_0 - T] = \frac{2\pi}{T_0} [T_0 - T] = \alpha$$

$$\Rightarrow T_0 - T = \frac{T_0^2}{365 \times 24 \times 60} \quad \text{or} \quad T_0 = 24 \times 60$$

$$\text{d'où} \quad T_0 - T = \frac{24 \times 60}{365} = 3,94 \text{ mn.}$$

I.B.3)



$$\Omega = 7,29 \cdot 10^{-5} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

L'action de pesanteur résulte de l'effet combiné du poids et de l'action d'entraînement.

$$\begin{aligned} \vec{F}_p &= - \frac{GM_T m}{R_T^2} \vec{u}_z - m (\vec{\Omega} \wedge (\vec{\Omega} \wedge \vec{OH})) = m \vec{g} \text{ soit} \\ \vec{g} &= - \left[\left(\frac{GM_T}{R_T^2} - R_T \Omega^2 \cos^2 \lambda \right) \vec{u}_z - R_T \Omega^2 \cos \lambda \sin \lambda \vec{u}_x \right] \\ \|\vec{g}\| &= \left[\left(\frac{GM_T}{R_T^2} - R_T \Omega^2 \cos^2 \lambda \right)^2 + R_T^2 \Omega^4 \frac{\sin^2 2\lambda}{4} \right]^{1/2} \\ &= \left[\frac{G^2 M_T^2}{R_T^4} - 2 R_T \Omega^2 \cos^2 \lambda + \mathcal{O}(\Omega^2) \right]^{1/2} \\ \|\vec{g}\| &\approx \frac{GM_T}{R_T^2} \left(1 - \frac{R_T^3 \Omega^2 \cos^2 \lambda}{GM_T} \right) \end{aligned}$$

$$\text{I.B.4) } \|\vec{g}\| \approx G_0 \left(1 - \frac{R_T}{G_0} \Omega^2 \cos^2 \lambda \right)$$

$$g_{\min} = 9,8 \left(1 - \frac{6,38 \cdot 10^6}{9,8} (7,29 \cdot 10^{-5})^2 \right) = \underline{9,76 \text{ m.s}^{-2}}$$

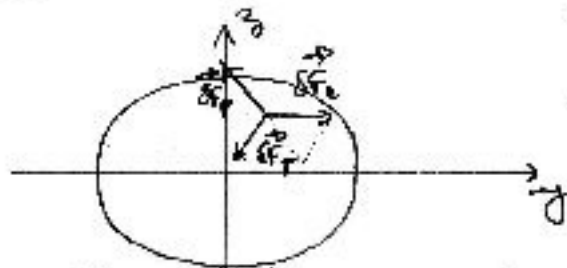
(à l'équateur)

$$g_{\max} = \underline{9,80 \text{ m.s}^{-2}} \text{ (aux pôles)}$$

confondre pesanteur et gravitation revient à commettre une erreur de 3,5% au maximum.

I.B.5) Pour qu'à l'équateur la pesanteur s'annule il faudrait: $\omega = \sqrt{\frac{G_0}{R_T}} = 1,24 \cdot 10^{-3} \text{ rad.s}^{-1}$
soit que la terre tourne 17 fois plus vite,
soit une durée du jour égale à:

$$\begin{aligned} \text{II.A) Dans la réf et terrestre: } \cdot d\vec{F}_p &= - \vec{g} \rho d\tau \\ \cdot d\vec{F}_T &= - \frac{GM_T}{R_T^3} r \rho d\tau \vec{u}_r \\ \cdot d\vec{F}_c &= - \vec{\Omega} \wedge (\vec{\Omega} \wedge \vec{OH}) \rho d\tau \end{aligned}$$



II.B) d'équilibre de la particule de fluide dans R_T s'écrit donc: $\vec{0} = \vec{g} \rho + \frac{GM_T}{R_T^3} \rho [y \vec{u}_y + z \vec{u}_z] - \Omega^2 y \vec{u}_y$
d'où $\begin{cases} \frac{\partial p}{\partial z} = - \frac{GM_T}{R_T^3} \rho z \\ \frac{\partial p}{\partial y} = - \rho \left(\frac{GM_T}{R_T^3} - \Omega^2 \right) y \end{cases}$

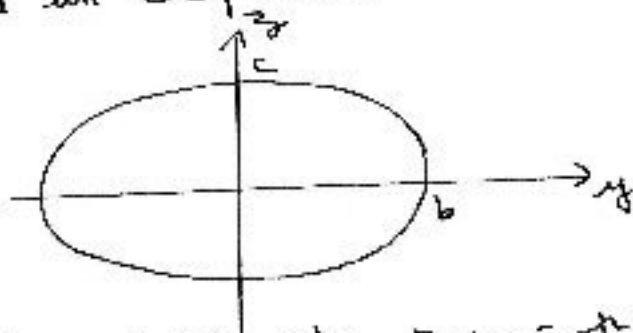
$$\text{ainsi } \begin{cases} \frac{\partial p}{\partial y} = -K_1 y \\ \frac{\partial p}{\partial z} = -K_2 z \end{cases} \quad \text{avec } \begin{cases} K_1 = \mu \left[\frac{G M_T}{R_T^3} - \Omega^2 \right] \\ K_2 = \mu \frac{G M_T}{R_T^3} \end{cases}$$

II. c. isobare $\Rightarrow dp = 0$ soit $\frac{\partial p}{\partial y} dy + \frac{\partial p}{\partial z} dz = 0$

d'où: $K_1 y dy + K_2 z dz = 0$

d'où: $\frac{1}{2} (K_1 y^2 + K_2 z^2) = \text{cte}$

ainsi la surface de la terre a pour equation dans ce modele: $\frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$, il s'agit d'un ellipsoïde:



on a: $p = p(0,0)$ et $p_{\text{atm}} = p_{\text{surface}}$
intégrons le long de l'axe (Oy):

$$\int_0^b \frac{\partial p}{\partial y} dy = -K_1 \frac{b^2}{2} = p_{\text{atm}} - p(0,0)$$

$$\text{d'où } b^2 = 2 \frac{p_0 - p_{\text{atm}}}{K_1}$$

idem sur (Oz):

$$c^2 = 2 \frac{p_0 - p_{\text{atm}}}{K_2}$$

II. D. on a donc: $\frac{b^2}{c^2} = \frac{K_2}{K_1} = \frac{G M_T / R_T^3}{G M_T / R_T^3 - \Omega^2}$

|| dès il manque une indication de l'énoncé précisant qu'on considère la masse volumique de la terre inchangée

$$\text{alors } \rho = \frac{M_T}{\frac{4}{3} \pi b^2 c} = \frac{M_T}{\frac{4}{3} \pi R_T^3} \Rightarrow b^2 c = R_T^3$$

ce qui mène aux résultats donnés.

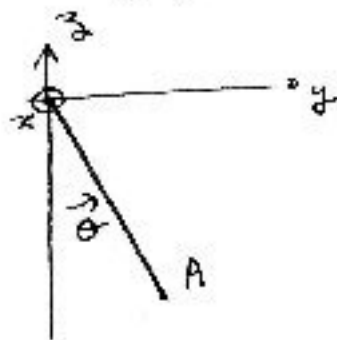
$$\text{II.E. } \frac{q}{r} = \frac{R_T^3 \Omega^2}{G M_T} = 3,46 \cdot 10^{-3}$$

$$b = \frac{b-c}{c} = \frac{(1-q)^{-1/6} - (1-q)^{1/3}}{(1-q)^{1/3}} = 1,73 \cdot 10^{-2}$$

$$b = \frac{1}{576,516}$$

II.F. l'aplatissement réel est plus fort que celui obtenu dans ce modèle, lequel ne tient pas compte des forces de marées, résultant de l'attraction par la lune et le soleil et qui amplifie le phénomène.

III.A.



III.A.1) Rel terrestre galiléen

$$\text{THC}(O): \vec{J}\ddot{\theta} = \frac{1}{2} (\vec{OA} \wedge m\vec{g}) \cdot \vec{e}_x$$

$$\vec{J}\ddot{\theta} = -\frac{l}{2} mg \sin\theta$$

hyp: petites oscillations

$$\frac{1}{3} m l^2 \ddot{\theta} + \frac{l}{2} mg \theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + \frac{3}{2} \frac{g}{l} \theta = 0$$

→ oscillations de pulsation: $\omega_0 = \sqrt{\frac{3}{2} \frac{g}{l}}$ et de période $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{2l}{3g}}$

$$\text{III.A.2) } \frac{\Delta T_0}{T_0} = 10^{-4} = \frac{1}{2} \frac{\Delta g_0}{g_0} \Rightarrow \Delta g_0 = \frac{\Delta T_0}{T_0} 2g_0$$

$$\text{d'où } g_0 (\lambda = 45^\circ) = 9,806198 \pm \Delta g_0 \text{ m.s}^{-2}$$

$$\text{avec } \Delta g_0 = 1,981 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-2}$$

$$\text{III.A.3) } g_{\text{pole}} - g_{\text{équateur}} = 5,18 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-2} > \Delta g_0$$

oui, ce dispositif convient.

III.B.1)a) rôle compensatrice: voir cours Michelson.

b) utilisation d'un filtre coloré ou filtre interférentiel.

c) source étendue → différence de marche entre les rayons qui interfèrent est indépendante du point source. seule-ment à l'infini → interférences localisées à l'infini

des franges d'interférence sont des cercles concentriques de moins en moins épaiss plus on s'éloigne du centre.

$$d) \delta = 2e \cos i = 2e \left(1 - \frac{i^2}{2}\right) = 2e \left(1 - \frac{p^2}{2f^2}\right)$$

$$I(H) = I_0 \left(1 + \cos \left(\frac{4\pi e}{\lambda} \left(1 - \frac{p^2}{2f^2}\right)\right)\right)$$

Plus f est grande plus les anneaux sont larges

$$e) I(e) = I_0 \left(1 + \cos(4\pi \sigma_0 e)\right)$$

III.B.2)

$$a) \lambda_2 = 400 \text{ nm violet}$$

$$\lambda_1 = 750 \text{ nm rouge}$$

$$b) I(e) = \int_{\sigma_1}^{\sigma_2} I_0 (1 + \cos(4\pi \sigma e)) d\sigma$$

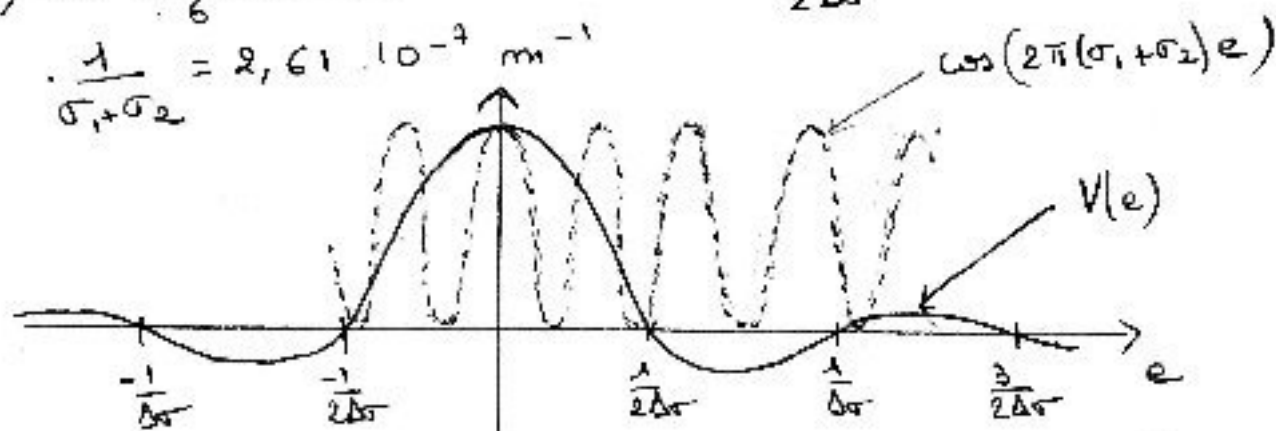
$$= I_0 \left[1 + \sin(2\pi \Delta \sigma e) \cos(2\pi (\sigma_1 + \sigma_2) e)\right]$$

$$V(e) = \sin(2\pi \Delta \sigma e)$$

$$c) \Delta \sigma = \frac{7}{6} \cdot 10^6 = 1,16 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$$

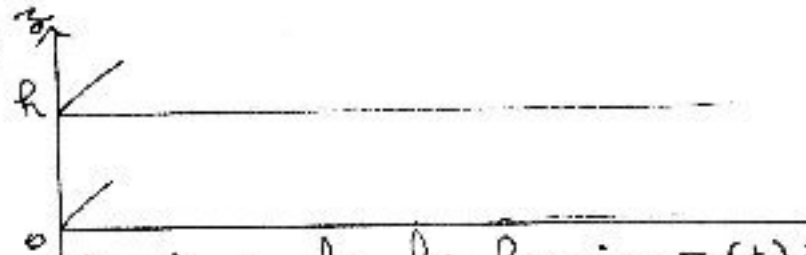
$$\frac{1}{2\Delta \sigma} = 4,29 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1}$$

$$\frac{1}{\sigma_1 + \sigma_2} = 2,61 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1}$$



Ceci explique la figure 5 : seulement 3 franges contrastées autour de $e=0$.

III.B.3)

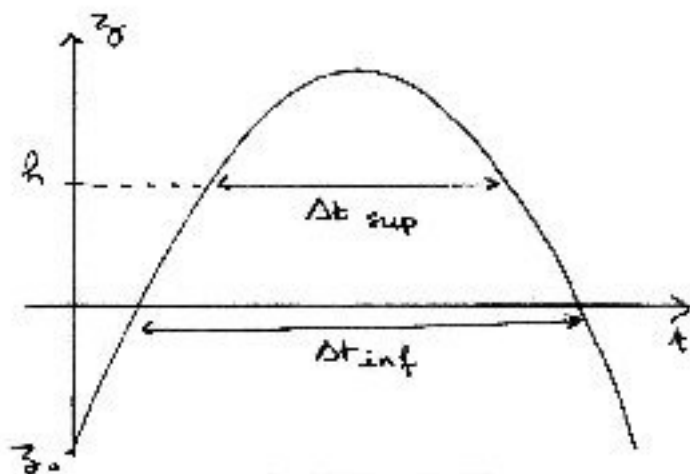


a) Cherchons la loi horaire $z(t)$:

$$m \ddot{z} = -mg \quad \rightarrow \quad z = z_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$t_1 \text{ et } t_1 + \Delta t_{\text{inf}} \text{ sont solutions de: } -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t + z_0 = 0$$

$$t_2 \text{ et } t_2 + \Delta t_{\text{sup}} \text{ — — — — — } -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t + z_0 = h$$



$$t_2 = \frac{2v_0 - \sqrt{v_0^2 + 2gz_0}}{g}$$

$$t_1 + \Delta t_{inf} = \frac{2v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gz_0}}{g}$$

$$t_2 = \frac{2v_0 - \sqrt{v_0^2 + 2g(z_0 - h)}}{g}$$

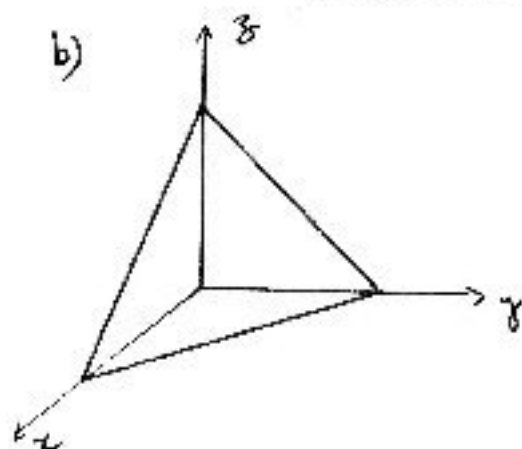
$$t_2 + \Delta t_{sup} = \frac{2v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2g(z_0 - h)}}{g}$$

d'où $\Delta t_{inf} = \frac{2\sqrt{v_0^2 + 2gz_0}}{g}$ et $\Delta t_{sup} = \frac{2\sqrt{v_0^2 + 2g(z_0 - h)}}{g}$

$$\begin{cases} g^2(\Delta t_{inf})^2 - 8gz_0 - 4v_0^2 = 0 \\ g^2(\Delta t_{sup})^2 - 8g(z_0 - h) - 4v_0^2 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow g^2[(\Delta t_{inf})^2 - (\Delta t_{sup})^2] = 8gh$$

d'où $g = \frac{8h}{(\Delta t_{inf})^2 - (\Delta t_{sup})^2}$



$\vec{u}(\alpha, \beta, \gamma)$ vecteur du rayon incident sur le coin de cube réfléchissant

$$\vec{u}(\alpha, \beta, \gamma) \xrightarrow[\text{sur } (Oxz)]{\text{réflexion}} \vec{u}'(\alpha, -\beta, \gamma)$$

$$\vec{u}'(\alpha, -\beta, \gamma) \xrightarrow[\text{sur } (Oyz)]{\text{réflexion}} \vec{u}''(\alpha, -\beta, -\gamma)$$

avantage sur le miroir plan: les rayons arrivant sur (E) repartent en sens contraire mais dans la même direction après réflexion ce qui limite l'élargissement du faisceau, alors qu'avec le miroir plan ils repartent dans la direction symétrique à la normale au miroir.

c) Comme les ondes issues de O_3 et de O_4 sont incohérentes entre elles ($|O_3 - O_4| \gg d$) on observe la superposition des intensités obtenues:

- d'une part, par le système (C) (M_3)
- d'autre part, ————— (C) (M_4)

ainsi il y a 2 positions de contact optique :

$$e = 0 \text{ pour } (C) (M_3)$$

$$e = 0 \text{ pour } (C) (M_4)$$

lesquelles correspondent à intensité et contraste maximum.

or au cours du mouvement de (C), le système passera 2 fois par chacune de ces deux positions d'où les 4 instants t_1, t_2, t_3, t_4 enregistrés.

En reprenant les résultats du III.B.3) avec $h = d$:

$$\Delta t_{\text{inf}} = t_4 - t_1$$

$$\Delta t_{\text{sup}} = t_3 - t_2$$

$$\text{d'où } \boxed{g = \frac{8d}{(t_4 - t_1)^2 - (t_3 - t_2)^2}}$$

$$d) \text{ A.N: } t_4 - t_1 = 3,7406 \text{ ms}$$

$$t_3 - t_2 = 3,6171 \text{ ms}$$

$$\Rightarrow \boxed{g = 9,7804 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}$$

$$d = 100,00 \text{ } \mu\text{m}$$

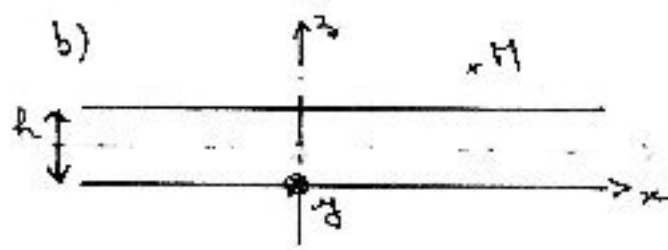
e) car c'est la variation du contraste due à la largeur du spectre qui est exploitée.

f) interférométrie laser par exemple.

III.B.4)

$$a) \vec{G}(x) = -\frac{GM_T}{x^2} \vec{u}_x = -\frac{GM_T}{R_T^2} \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2} \vec{u}_x$$

$$\boxed{\vec{G}(x) = \vec{G}(R_T) \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2} \vec{e}_x}$$



$$\vec{G}_R(M)?$$

symétrie et invariances

$$\Rightarrow \vec{G}_R(M) = G_R(z) \vec{e}_z$$

(Oxy) plan de symétrie

$$\Rightarrow G_R\left(\frac{h}{2}\right) = 0$$

Th. de Gauss sur cylindre entre $\frac{h}{2}$ et z :

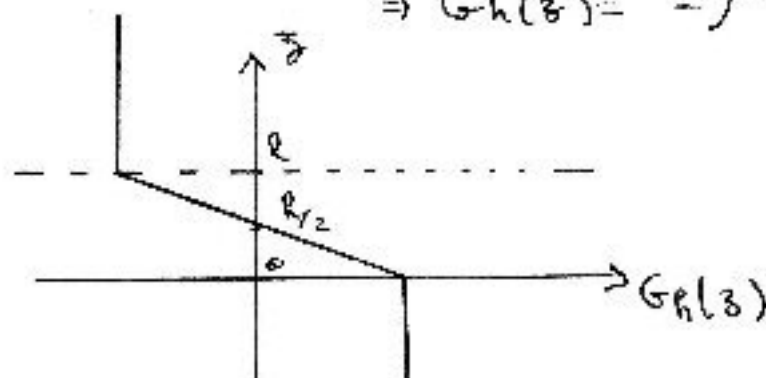
$$G_k(z) S = -\Pi_{int} 4\pi G$$

$$\frac{h}{2} < z < R \quad G_k(z) S = -\rho S \left(z - \frac{h}{2}\right) 4\pi G$$

$$\Rightarrow G_k(z) = -\rho \left(z - \frac{h}{2}\right) 4\pi G$$

$$z > \frac{h}{2} \quad G_k(z) S = -\rho S \frac{h}{2} 4\pi G$$

$$\Rightarrow G_k(z) = -\rho \frac{h}{2} 4\pi G$$



c). correction à l'air libre

$$g_0(\lambda, h) = g_0(\lambda) - 0,3086 h \quad (\epsilon \rho = 0)$$

$$\text{or d'après a): } \vec{G}(h) = \vec{G}(R_T) \left(1 - 2 \frac{h}{R_T}\right) \\ = \vec{G}(R_T) - 2 \frac{\vec{G}(R_T)}{R_T} h$$

$$\text{on trouve } \frac{2 g_0}{R_T} \approx 3,072 \cdot 10^{-6} \frac{R_T}{s^2}$$

qui est cohérent si on se ramène aux unités employées.

• correction de plateau:

$$\rho \frac{h}{2} 4\pi G \text{ à comparer à } 0,0419 \frac{\rho h}{\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

$$2\pi G = 4,19 \cdot 10^{-10} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} / \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{m}$$

$$= 4,19 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} / \text{kg} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{m}$$

$$= 4,19 \cdot 10^{-2} \text{ milligal} / \text{kg} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{m} \quad \text{OK.}$$

$$\text{d) } \frac{\Delta g_0}{g_0} = 10^{-9}$$

$$g_0(\lambda, h) = g_0(\lambda) - 0,3086 h$$

$$\frac{0,3086 h}{g_0} = 10^{-9}$$

$g_0 \leftarrow$ en milligal

d'où $\frac{0,3086}{9,8 \cdot 10^5} \lambda = 10^{-9} \Rightarrow \lambda = 3,2 \text{ nm}$ impressionnant!

e) il faut $d \ll \lambda$, c'est pourquoi on choisit $d = 100 \text{ nm}$.

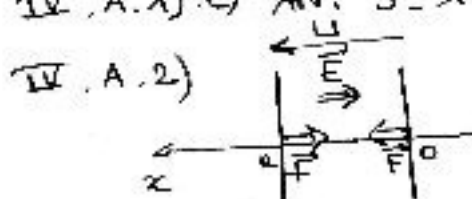


a) $u_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ or $E = \frac{U}{e}$

$u_0 = \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{U^2}{e^2}$

IV.A.1).b) $E = \frac{1}{2} \epsilon_0 \frac{U^2}{e^2} \cdot S \cdot e = \frac{1}{2} C U^2 \Rightarrow C = \frac{\epsilon_0 S}{e}$

IV.A.1).c) AN: $S = 16 \text{ cm}^2$ $e = 60 \text{ } \mu\text{m}$ $\Rightarrow C = 236 \text{ pF}$



IV.A.2) $\|\vec{F}\| = \frac{\sigma^2}{2\epsilon_0} S = \frac{Q^2}{2\epsilon_0 S} = \frac{C^2 U^2}{2\epsilon_0 S} = \frac{\epsilon_0 S}{2e^2} U^2$

$\vec{F} = \frac{\epsilon_0 S}{2e^2} U^2 \vec{e}_x$

IV.A.3).a)

$\vec{F}_{\text{ex}} = \frac{\epsilon_0 S}{2e^2} [(V_1 - V_p)^2 - (V_2 - V_p)^2] \vec{e}_x$

$\vec{F}_{\text{ex}} = \frac{\epsilon_0 S}{2e^2} [(V_1 - V_2)(V_1 + V_2 - 2V_p)] \vec{e}_x$

IV.A.3).b) $\& V_2 = -V_1 = V$

$\vec{F}_{\text{ex}} = \frac{\epsilon_0 S}{2e^2} 4 V V_p \vec{e}_x$

$\vec{F}_{\text{ex}} = 2 \frac{\epsilon_0 S}{e^2} V V_p \vec{e}_x$

IV.B).1) rayonnement $\Leftrightarrow$ gaz de photons, or un photon possède une quantité de mouvement et exerce donc une force sur la paroi qu'il percute.

IV.B).2) . face de gravitation terrestre : force 1
 . force de traînée aérodynamique : force 4
 . force de radiation solaire : force 2
 . force de radiation terrestre : force 3.

IV.B).3) R est lié au satellite

hyp: masse d'épreuve

Equilibre: $\vec{F}_{\text{ex}} + m \vec{G}_r - m \vec{a}_s = \vec{0}$

action d'inertie
d'entraînement

$$\text{IV.B.4)} \quad \frac{2 \epsilon_0 S}{e^2} V V_p + m G_{Tx} - m a_{sx} = 0$$

$$\text{d'où } V = \frac{m e^2}{2 \epsilon_0 S V_p} (a_{sx} - G_{Tx})$$

$$\text{IV.C.1)} \quad C_2 = \epsilon_0 \frac{S}{e-x} \quad C_1 = \epsilon_0 \frac{S}{e+x}$$

$$\Delta C = \epsilon_0 S \left[\frac{1}{e-x} - \frac{1}{e+x} \right]$$

$$= \frac{2 \epsilon_0 S x}{(e-x)(e+x)}$$

$$\Delta C \text{ linéaire si } x \ll e \text{ et alors } \Delta C = \frac{2 \epsilon_0 S}{e^2} x$$

$$\text{IV.C.2)} \quad i' = i_2 - i_1$$

$$V_A = - \frac{1}{j C_f \omega} i' = - \frac{1}{j C_f \omega} (i_2 - i_1)$$

$$V_d - V = \frac{1}{j C_2 \omega} i_2 \Rightarrow \frac{i_2}{j \omega} = C_2 (V_d - V)$$

$$V_d + V = \frac{1}{j C_1 \omega} i_1 \Rightarrow \frac{i_1}{j \omega} = C_1 (V_d + V)$$

$$V_A = \frac{1}{C_f} [C_1 (V_d + V) - C_2 (V_d - V)]$$

$$= - \frac{1}{C_f} \Delta C V_d + \underbrace{\frac{C_1 + C_2}{C_f} V}_{\text{filtrée}}$$

partie variable de V_A .

$$V_A = - \frac{1}{C_f} \Delta C V_d$$

$$\text{IV.C.3)} \quad A(t) = - \frac{k}{C_f} \Delta C V_d^2 = - \frac{k}{C_f} \frac{\Delta C}{C_f} V_{d0}^2 \cos^2 \omega t$$

$$s(t) = - \frac{k}{C_f} \frac{\Delta C}{C_f} V_{d0}^2 \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\omega t \right]$$

$$V_s \text{ continue si } \omega_{pb} < 2\omega \text{ alors } V_s = - \frac{k \Delta C}{2 C_f^2} V_{d0}^2$$

$$\text{IV.C.4)} \quad V_s = - \beta x = - \frac{k}{C_f} V_{d0}^2 \frac{\epsilon_0^2 S}{e^2} x$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{k}{C_f} \frac{\epsilon_0^2 S}{e^2} V_{d0}^2$$