les céramiques.

I.1.1. $Z(O) = 8$ $1s^2 2s^2 2p^4$
$Z(H) = 1$ $1s^2$

$H-\overline{\underline{O}}-H$ $H-H$ $\langle O = O \rangle$

I.1.2. On a $2H^+ + 2e^- = H_2$
donc H_2 est le réducteur qui est oxydé à l'anode (pôle ⊖)
donc électrode 1 : ⊖ et électrode 2 : ⊕
les e- partent de 1, vont vers 2

I.1.3. $\boxed{\begin{array}{l} 2H^+ + 2e^- = H_2. \\ O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O \end{array}}$

I.1.4. Le combustible est H_2 (cf I.1.2)

I.1.5. On a $\boxed{2H_2 + O_2 = 2H_2O}$

I.1.6. $M(H_2) = 2 \times M(H) = 2\,g.mol^{-1}$

$n = \frac{m}{M}$ A.N : $n = \frac{1,5}{2.10^{-3}} = \frac{15}{20}.10^4\,mol$
$= 0,75.10^4\,mol = \boxed{7,5.10^2\,mol}$

On a $PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P}$.

A.N : $V = \frac{750 \times 8 \times 300}{10^5} = \frac{18.10^5}{10^5} = \boxed{1,8\,m^3}$

I.1.7. Avantage : produit H_2O non polluant. Inconvénient : gaz à stocker et à fournir (risque explosion).

I.2.1. On aura $\boxed{\chi_{Ti} > \chi_{zirconium}}$ car l'électronégativité ↗ si on monte dans la CP.

I.2.2. $Z = 22$ pour Ti

$1s^2$
$2s^2\ 2p^6$
$3s^2\ 3p^6\ 3d^2$
$4s^2$

soit dans l'ordre naturel $\boxed{1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2}$

Structure du zirconium, se termine en $4d^2$ donc :

$1s^2$
$2s^2\ 2p^6$
$3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$
$4s^2\ 4p^6\ 4d^2$
$5s^2$

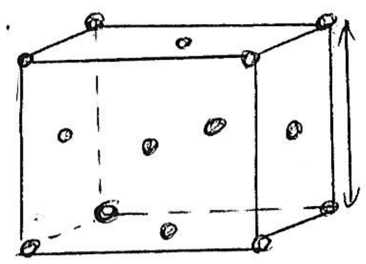
soit dans l'ordre naturel, $\boxed{\begin{array}{l} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} \\ 4s^2 4p^6 4d^2 5s^2 \end{array}}$

I.2.3. Principe d'exclusion Pauli : 2e- ne peuvent pas avoir les 4 m̂ nbres quantiques secondaires ds l'état fondamental de l'atome.

Règle de Klechkowski : ds l'état fondamental de l'atome, on range selon $n + l$ ↗ Si 2 sous-couches ont m̂ $(n+l)$ alors on remplit d'abord celle de n le ⊖ faible.

Règle de Hund : on remplit le maximum de cases quantiques, avec des e- de spin de m̂ sens.

I.2.4.



$N_+ = 6 \times \underset{\uparrow \text{faces}}{\frac{1}{2}} + 8 \times \underset{\uparrow \text{sommets}}{\frac{1}{8}} = \boxed{4}$

I.2.5. La compacité est de $\boxed{0,74}$ c'est la compacité maximale car la cfc et l'hexagonale compacte sont les 2 structures qui permettent d'avoir un espace vacant minimal

I.2.6. Les sites T se situent au centre de cube d'arête $a/2$ (cf I.2.
Il y en a $\boxed{8}$ ∈ en propre à la maill

I.2.7. Selon la grande diagonale d'un cube d'arete a/2

$\frac{a\sqrt{3}}{2} = 2R_+ + 2R_-$

or $a\sqrt{2} = 4R_+$ donc :

$\frac{a\sqrt{3}}{4} - \frac{a\sqrt{2}}{4} = R_- = \boxed{\frac{a}{4}(\sqrt{3}-\sqrt{2})}$

I.2.8. Tous les sites T sont occupés donc il y a $\boxed{8\,O^{2-}}$ par maille.

I.2.9. On aura : $4\,Zr^{4+}$ et $8\,O^{2-}$ Soit $\boxed{ZrO_2}$

I.2.10. Coordinence d'anions pour un cation : nbre de ⊖ proches à partir d'un ⊕ $\boxed{\text{est de } 8}$ car tout sommet est entouré de 8 sites T

Coordinence de cations pour un anion : est $\boxed{\text{de } 4}$ car ⊖ occupe un site T.

I.2.11.

On aura : $\rho = \frac{m}{V} = \frac{M \times n}{V}$

$= \frac{M \times N}{\mathcal{N}_a \times V} = \boxed{\frac{4\,M_{Zr} + 8\,M_O}{\mathcal{N}_a \times a^3}}$

I.3.1. On a O^{2-} donc O_3 a une charge de -6. Y_2O_3 est neutre donc $2\,Y$ ont une charge de $+6$

Soit $\boxed{Y^{3+}}$

I.3.2 On remplace Zr^{4+} de charge $+4$ par Y^{3+} de charge $+3$.

on $\boxed{\searrow \text{ la charge } ⊕}$

I.3.3. $x = \frac{n_{Y^{3+}}}{n_{Zr^{4+}_{ini}}}$ $\quad 1-x = \frac{n_{Zr^{4+}f}}{n_{Zr^{4+}_i}}$

Auparavant $4\,Zr^{4+}$ et $8\,O^{2-}$

Désormais $x\,Y^{3+} + (1-x)\,Zr^{4+} + y\,O^{2-} = 0$

Soit $x \times 3 + (1-x)\times 4 + (-2)\times y = 0$

$y = \frac{-x + 4}{2} = 2 - \frac{x}{2}$

d'où $\boxed{Zr_{1-x}Y_xO_{2-\frac{x}{2}}}$

I.3.4. Ce dopage crée des lacunes (trous) dans l'électrolyte. Ainsi les anions O^{2-} peuvent se déplacer

→ le zircone est l'électrolyte, qui laisse passer les charges.

II.1.1. $\boxed{Al_2O_3 \rightarrow 2\,Al^{3+} + 3\,O^{2-}}$

car on sait que O s'accapare 2e-

et Al_2O_3 est neutre.

II.1.2.

$C(s) + 2O^{2-} = CO_2(g) + 4e^-$

on a oxydation donc anode.

II.1.3. $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al(l)$.

on a réduction donc cathode.

II.1.4.

On a $3C + 4Al^{3+} + 6O^{2-} = 3CO_2 + ...$

II.1.5. On a $K^\circ = 10^{\frac{\Delta E}{0,06} \times n}$

Ici $n = 12\,e^-$ donc $K^\circ = 10^{2,5 \times 2...}$

$\boxed{= 10^{500}}$

II.2.1. $Mg^{2+} + 2e^- = Mg(s)$

Nernst : $E_{Mg^{2+}/Mg} = E^\circ + \frac{0,06}{2}\log\frac{[Mg^{2+}]}{C^\circ}$

A la frontière Mg^{2+}/Mg, on a $[Mg^{2+}] = C = 10^{-2}$ mol.L^{-1} et on lit $E = -...$ V/ESH

Soit $-2,42 = E^\circ - 0,06$

$\Leftrightarrow \boxed{E^\circ = -2,36 \text{ V/ESH}}$

II.2.2. $K_s = [HO^-]^2 \times [Mg^{2+}]$

A la frontière $[HO^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9,5}}$

$= 10^{-4,5}$ mol.L^{-1} et $[Mg^{2+}] = 10^{-2}$ mol.L^{-1}

$K_s = 10^{-9} \times 10^{-2} = \boxed{10^{-11}}$

II.2.3.

On a $E^\circ_{Fe^{2+}/Fe} > E^\circ_{Mg^{2+}/Mg}$

Soit Fe^{2+} est l'oxydant le ⊕ fort, qui va être réduit par Mg qui est le réducteur le ⊕ fort.

Mg est oxydé à l'anode

$Mg = Mg^{2+} + 2e^-$ pr l'anode.

$Fe^{2+} + 2e^- = Fe$

II.2.4. On a $n_{Mg} = \frac{n_{e^-}}{2} = \frac{m_{Mg}}{M_{Mg}}$

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{n_{e^-} \times F}{\Delta t} = \frac{2\, n_{Mg} \times F}{\Delta t}$

$= \frac{2m}{M\,\Delta t} \times F.$ Soit $\boxed{\Delta t = t = \frac{2mF}{M \times I}.}$

B. Etude d'un pendule.

1. $J_{tot} = J_0 + mL^2 = \boxed{\frac{1}{3} m_0 L_0^2 + mL^2}$

2. On veut que $J_0 < 0{,}15\, J_{tot}$

$\frac{1}{3} m_0 L_0^2 = 0{,}15 \times \left(\frac{1}{3} m_0 L_0^2 + m L_{min}^2\right)$

$\sqrt{\frac{0{,}85 \times \frac{1}{3} m_0 L_0^2}{0{,}15 \times m}} = L_{min}.$

$L_{min} = \sqrt{\frac{85}{45} \frac{m_0}{m}} \times L_0.$

$\boxed{L_{min} = \sqrt{\frac{17}{9} \frac{m_0}{m}} \times L_0}$

3. $L_{min} \simeq \sqrt{2 \times \frac{18}{185}} \times 46$

$L_{min} \simeq \sqrt{0{,}2} \times 46 \simeq 3 \times 1{,}4 \times 10^{-1} \times 46$

$\simeq 4{,}2 \times 46 . 10^{-1} = 193{,}2 . 10^{-1}$ cm

$\boxed{\simeq 19{,}3 \text{ cm}}$

4. La liaison pivot est parfaite si la réact° du bati sur le rotor a une droite d'act° passant par le centre de rotation. On a alors $\boxed{\mathcal{M}_{Oz}(\overrightarrow{pivot}) = 0}$

5. On a donc $J_{tot} = mL^2$

TMC en project° sur l'axe de rotation :

$\frac{d\sigma_{Oz}}{dt} = \mathcal{M}_{Oz}(\vec{P}) + \mathcal{M}_{Oz}(\overrightarrow{pivot}) + \Gamma_{Oz}$

avec $\sigma_{Oz} = J_{tot}\, \dot\theta$ $\quad J_{tot} = cste$

Soit $J_{Oz}\ddot\theta = -mgL \sin\theta - \beta\dot\theta$

d'où $\boxed{\ddot\theta + \frac{\beta}{J_{Oz}}\dot\theta + \frac{mgL}{J_{Oz}} \sin\theta = 0}$

dans l'approx des petits angles :

$\sin\theta \sim \theta$ soit :

$\ddot\theta + \frac{\beta}{J_{Oz}}\dot\theta + \frac{mgL}{J_{Oz}}\theta = 0$

On identifie : $\beta / J_{Oz} = \frac{\omega_0}{Q}$

et $\frac{g}{L} = \omega_0^2$ soit :

$\boxed{\omega_0 = \sqrt{g/L}}$ et $Q = \frac{\omega_0 J_{Oz}}{\beta}.$

$= \frac{\sqrt{g/L} \times mL^2}{\beta} = \boxed{\frac{\sqrt{g}\, m\, L^{3/2}}{\beta}}$

6. Equat° caractéristique :

$r^2 + \frac{\omega_0}{Q} r + \omega_0^2 = 0.$

$\Delta = \frac{\omega_0^2}{Q^2} - 4\omega_0^2 < 0$ si régime pseudopériodique.

Solut° $r_{1/2} = -\frac{\omega_0}{2Q} \pm j/2 \sqrt{4\omega_0^2 - \frac{\omega_0^2}{Q^2}}$

$= -\frac{\omega_0}{2Q} \pm j\omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$

Soit $\boxed{\tau = \frac{2Q}{\omega_0} = \frac{2mL^2}{\beta}}$

et $\Omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}} = \sqrt{\frac{g}{L}} \times \sqrt{1 - \frac{1}{4m^2 \ldots}}$

Si $Q \gg 1$ alors $\boxed{\Omega \simeq \omega_0.}$

7. L'amortissement se fait très lentem^t c'est un oscillateur de bonne qualité,

8. Grâce à la tangente à l'enveloppe à l'origine, on a une estimat° de τ.

On trouve $\boxed{\tau \sim 100\,s}$

Grâce au graphique de droite, on a $T \sim 1\,s$ d'où : $\Omega \simeq \omega_0 = \frac{2\times 3}{1}$ $\boxed{= 6\ rad.s^{-1}}$

9. On a $Q = \frac{1}{2}\omega_0 \tau$

A.N $Q = 0,5 \times 6 \times 100$
$= 300$.

On a $\omega_0 = \sqrt{g/L} \rightarrow \boxed{L = \frac{g}{\omega_0^2}}$

A.N : $L = \frac{10}{36} = \boxed{0,25\ m.}$

10. On a $\tau = \frac{2mL^2}{\beta}$.

donc $\tau = f(L^2)$ est bien une droite passant par l'origine de pente $\frac{2m}{\beta}$.

Pour $L \in [5 ; 20\,cm]$, on a $L < L_{min}$ donc le modèle n'est plus valable.

11. D'après le graphique ;

$$\text{pente} = \frac{3.10^2 - 1.10^2}{0,2 - 0,06} = \frac{2.10^2}{0,14}$$

$$= \frac{20}{14} \cdot \frac{10^1}{10^{-2}} \simeq \frac{4}{3} \times 10^3 = 1,4.10^3\ s.m^{-2}$$

$$= \frac{2m}{\beta}.$$

d'où $\beta = \frac{2m}{\text{pente}}$ A.N. $\beta = \frac{2 \times 185.10^{-3}}{1,4.10^3}$

$$= \frac{370}{14} \cdot 10^{-5} = 26.10^{-5} = \boxed{2,6.10^{-4}\ USI}$$

$[\beta] = \frac{M}{T.L^{-2}}$ soit β en $\boxed{kg.s^{-1}.m^{+2}}$

12. On sait que $\omega_0^2 = g/L \underset{Q \gg 1}{\simeq} \Omega^2$

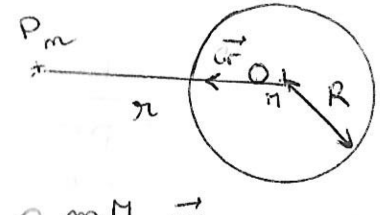
regression linéaire de pente g valable jusqu'à $1/L \sim 4\,m^{-1} \rightarrow \boxed{L \sim 25\,cm}$

donc le modèle $\Omega^2 = g/L$ semble correct pour $L \in [25 ; 45\,cm]$.

13. On a $g = \text{pente} \sim \frac{40-20}{4-2} \simeq 10\ rad^2.s^{-2}.m^{+1}$ $\boxed{= 10\ m.s^{-2}}$

C. Trous noirs.

1.



$\vec{F}_{O/P} = -G\frac{mM}{r^2}\vec{u_r}$ conservative

$\vec{F} = -\frac{dE_p}{dr}\vec{u_r}$ soit $\frac{dE_p}{dr} = \frac{GmM}{r^2}$

$E_p(r) = -\frac{GMm}{r} + \underbrace{cste}_{= 0 \text{ car } E_p(r \to +\infty) = 0}$

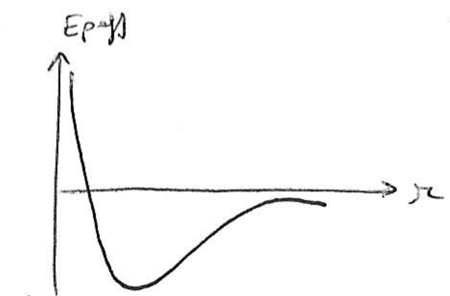
$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\dot{r}^2 + \frac{1}{2}mr^2\dot{\theta}^2$

car $\vec{v} = \dot{r}\vec{u_r} + r\dot{\theta}\vec{u_\theta}$

d'où $E_c = \frac{1}{2}m\dot{r}^2 + \frac{1}{2}m\frac{C^2}{r^2}$.

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}m\dot{r}^2 + \underbrace{\frac{1}{2}\frac{mC^2}{r^2} + E_p}_{E_{peff}(r)}$$

2.



$E_m > 0 \rightarrow$ P peut tendre vers $r \rightarrow +\infty$ Etat libre ou de diffusion.

3. La seule force qui s'applique est $\vec{F}_{gravitationnelle}$ qui est conservative donc : TEM :

$$\Delta Em = W_{\vec{F}_{dissip}} = 0$$

$\Rightarrow \boxed{Em = cste}$

4. Théorème du moment cinétique :

$$\frac{d\vec{\sigma_o}}{dt} = \vec{OP} \wedge \vec{F} = \vec{0} \text{ car } \vec{F} \text{ et } \vec{OP} \text{ sont } //.$$

d'où $\vec{\sigma_o} = \vec{cste}$ (direction, sens et norme)

$\forall t$ $\vec{OP} \perp \vec{\sigma_o}$ de direct° cste.

$\forall t$ $\boxed{\vec{OP} \in \text{plan} \perp \vec{\sigma_o}}$

5. La vitesse de libérat° est la vitesse nécessaire pour échapper à l'attract° de l'astre.

→ état libre / lié limite donnée pour $\boxed{Em = 0}$.

or pour un mvt circulaire :

$$Em = \frac{1}{2} m \frac{c^2}{r^2} - \frac{GmM}{r}$$

d'où : $\frac{1}{2} \cancel{m} v^2 - \frac{G\cancel{m}M}{r} = 0$

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}.$$

A la surface de l'astre $r = R$

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}.}$$

6. On a $v = c$ soit :

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{R_S}} \Leftrightarrow R_S = \frac{2GM}{c^2}.$$

7. A.N pour le Soleil :

$$R_S = \frac{2 \times 7 \times 10^{-11} \times 2.10^{30}}{(3.10^8)^2} \simeq \boxed{3.10^3 \text{ m}}.$$

$$R_T = \frac{2 \times 7.10^{-11} \times 6.10^{24}}{(3.10^8)^2} = \boxed{9.10^{-3} \text{ m}}.$$

8. $$R_{ISCO} = \frac{6 \times 7.10^{-11} \times 3,6.10^6 \times 2.10^{30}}{(3.10^8)^2}$$

$$\simeq \boxed{3,4.10^{10} \text{ m}}.$$

9. $1^{ère}$ vitesse cosmique : vitesse du satellite en orbite circulaire autour du trou noir

PFD en proj selon $\vec{u_r}$:

$$-mR\dot{\theta}^2 = -\frac{GMm}{R^2} = -m\frac{v^2}{R}$$

d'où : $v = \sqrt{\frac{GM}{R_{ISCO}}}$.

A.N : $$v = \sqrt{\frac{7.10^{-11} \times 3,6.10^6 \times 2.10^{30}}{3,4.10^{10}}}$$

$$v = \sqrt{14.10^{15}} = \boxed{3,75.10^{7,5} \text{ m.s}^{-1}}$$

10. On a juste une rotat° de la sonde autour du Soleil, donc la $1^{ère}$ vitesse cosmique est :

$v = \sqrt{\frac{G \times M_S}{r_{TS}}}$ avec $r_{TS} = 1$ u.a. $= 1,5.10^{11}$ m

A.N : $$v = \sqrt{\frac{7.10^{-11} \times 2.10^{30}}{1,5.10^{11}}}$$

$$= \sqrt{9.10^8} \sim \boxed{3.10^{8/2} \text{ m.s}^{-1}}$$

3.10^4 m.s^{-1}

11. D'après la $3^{ème}$ loi de Kepler : Soleil et sonde orbitent autour du trou noir,

$$\frac{T_{Soleil}^2}{a_{Soleil}^3} = \frac{T_{sonde}^2}{a_{sonde}^3} \rightarrow T_{sonde} = T_{Soleil} \times \left(\frac{a_{sonde}}{a_{soleil}}\right)^{3/2}$$

On a $2a_{sonde} = R_{ISCO} + d + r_{TS}$.

or r_{TS}, $R_{ISCO} << d = 8.10^3 \times 3.10^{16} = 24.10^{19}\,m \sim 10^3\,ua$.

d'où $a_{sonde} \sim \frac{d}{2}$.

$a_{soleil} = R_{soleil/trou\ noir} \simeq d$.

d'où : $T_{sonde} = 2.10^8 \times \left(\frac{d/2}{d}\right)^{3/2}$

$= 2 \times 10^8 \times \frac{1}{2^{3/2}}$

$= 2^{-1/2}.10^8 = \frac{1}{\sqrt{2}}\,10^8$ années

$\sim 0,7.\,10^8$ années.

or pour le voyage (transfert), la durée nécessaire est $\tau = T/2$

$\boxed{= 3,5.\,10^7 \text{ années}}$.

D. Banque PT 2017.

A.1. Microscope classique.

A.1.1. Conditions de Gauss : rayons peu inclinés % à l'axe optique + peu écartés de l'A.O → approx des petits angles

A.1.2. $\Delta = \overline{F_1'F_2} = \overline{F_1'O_1} + \overline{O_1O_2} + \overline{O_2F_2}$

$= -f_1' + D_0 - f_2'$

A.N : $\Delta = -5 + 120 - 15$

$\boxed{= 100\text{ mm}}$

A.1.3.1. On a $A \xrightarrow{L_1} A' \equiv F_2$

D'après formule de conjugaison

$$\frac{1}{\overline{O_1A'}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1'}$$

soit $\frac{1}{\overline{O_1F_2}} - \frac{1}{d} = \frac{1}{f_1'}$

or $\overline{O_1F_2} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_1'F_2} = f_1' + \Delta$.

$$\frac{1}{d} = \frac{\Delta}{f_1'(f_1' + \Delta)} \qquad \boxed{d = f_1'\left(1 + \frac{f_1'}{\Delta}\right)}$$

A.N : $d = 5\left(1 + \frac{5}{100}\right) = 5 \times 1,05$

$= 5,25$ mm

A.1.3.2. $\gamma_1 = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} = \frac{f_1' + \Delta}{-d}$

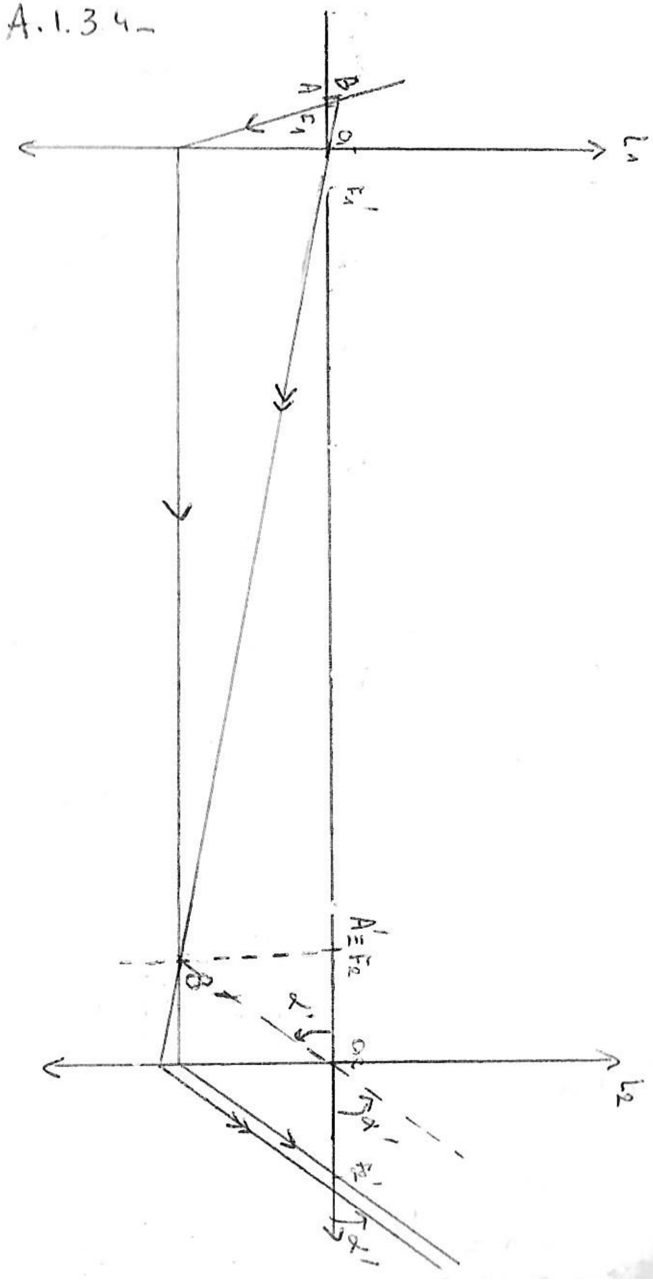
$$\gamma_1 = \frac{\Delta(1 + f_1'/\Delta)}{-f_1'\left(1 + \frac{f_1'}{\Delta}\right)} \iff \boxed{\gamma_1 = -\frac{\Delta}{f_1'}}$$

A.N : $\boxed{\gamma_1 = -\frac{100}{5} = -20}$

A.1.3.3. L'image intermédiaire est dans le plan focal objet de L_2 qui est conjugué avec l'∞.

Ainsi l'œil emmétrope n'aura pas besoin d'accomoder pour voir net.

A.1.3.4.



A.1.4.

Dans O_2F_2B' : $\tan\alpha' = \frac{A'B'}{F_2O_2} = \frac{A'B'}{f_2'}$

or $\alpha' \ll 1$ donc $\tan\alpha' \approx \alpha'$

et $A'B' = |\gamma_1| AB$

$$\alpha' = \frac{|\gamma_1| AB}{f_2'} = \frac{\Delta}{f_1' f_2'} \cdot AB.$$

$\tan|\alpha| \approx |\alpha| = \frac{AB}{D}$ $\quad AB = |\alpha| D.$

$$\alpha' = \frac{\Delta}{f_1' f_2'} \cdot D|\alpha|.$$

d'où $\boxed{G = \left|\frac{\alpha'}{\alpha}\right| = \frac{\Delta D}{f_1' f_2'}}$

A.N : $G = \frac{100 \times 250}{5 \times 15} = \boxed{300.}$

A.1.5.1. on lit sur la vis micrométrique 48 pour la posit° 2 (trait partie mobile coïncide avec le trait de la partie fixe) donc

$$\varepsilon = 13,48 - 13,40 = 0,08 \text{ mm}$$

Pour chaque mesure :

$$\Delta_x = \frac{1 \text{ graduat}^\circ}{\sqrt{12}} = \frac{0,01 \text{ mm}}{\sqrt{12}}.$$

or $\varepsilon = x_2 - x_1$ $\quad \Delta\varepsilon = \sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta x_2^2}$

$$\Delta\varepsilon = \sqrt{2}\,\Delta x = \frac{0,01 \text{ mm}}{\sqrt{6}}.$$

Pour avoir un int. de confiance de 95% $k = 2$. soit $\Delta\varepsilon = \frac{2 \times 0,01}{\sqrt{6}}$

$= 0,008$ mm.

Soit $\boxed{\varepsilon = 0,080 \pm 0,008 \text{ mm}}$.

B.1.1 On a $V_1 > V_2$. or $\vec{E}$ ↘ les potentiels

donc $\vec{E} = \overrightarrow{E_{1\to2}}$

$\vec{F} = -e \times \vec{E}$ pr les e- donc $\vec{F}$ de $_{2\to1}$

les e- doivent être émis depuis l'armature 2

B.1.3. On a $\vec{F} = -e\vec{E}$

$\int \delta W_{\vec{F}} = \int \vec{F} \cdot \vec{dl} = +eU = -eEd$

Soit $\boxed{E = \frac{-U}{d}}$

B.1.4.1.

PFD appliqué sur e- :

$$-e\vec{E} = \frac{eU}{d}\vec{u_z} = m\vec{a} = m\ddot{z}\,\vec{u_z}$$

donc $\ddot{z} = \frac{eU}{md}$ $\quad \to \dot{z} = \frac{eU}{md}t + K$

Or $v(t=0) = 0$ Soit $K = 0$.

$z = \frac{eU}{md}\frac{t^2}{2}$ $\qquad z = d$ pour t_1 tel que :

$\sqrt{\frac{2d^2m}{eU}} = t_1$ donc $\dot{z}(t_1) = \frac{eU}{md} \times d\sqrt{\frac{2m}{eU}}$.

$$\boxed{v_{t_1} = \frac{\sqrt{2eU}}{\sqrt{m}}}$$

On a AN : $v_{t_1} = \sqrt{2 \times 2.10^{11} \times 10^5}$

$= \sqrt{4} \cdot 10^8 = \boxed{2.10^8 \text{ m.s}^{-1}}$

on a $v \simeq c$ $\rightarrow$ méca relativiste.

B. 1.4.2) $p = mv = \frac{h}{\lambda}$

$\rightarrow \lambda = \frac{h}{mv}$ A.N : $\lambda = \frac{7.10^{-4}}{2.10^{8}} = 4.10^{-12}$ m

$\boxed{\lambda \sim 4\,pm}$.

B. 1.5.1) TEC : $\Delta E_c = W_{\vec{F}}$

On $E_{c_{ini}} = 0$ J car $v = 0$ m.s^{-1} donc $\gamma = 1$.

donc $\Delta E_c = (\gamma - 1)mc^2 = eU$ (cf B.1.3)

donc $\boxed{\gamma = \frac{eU}{mc^2} + 1}$

$\lambda = \frac{h}{\gamma m v}$ (de Broglie)

or $1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 = \frac{1}{\gamma^2}$ $\rightarrow$ $v = c\sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}}$

$\lambda = \frac{h}{\gamma m c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}}} = \boxed{\frac{h}{mc\sqrt{\gamma^2 - 1}}}$

B. 1.5.2. $\gamma = 1 + \frac{eU}{mc^2}$

A.N : $\gamma = 1 + \frac{2}{9} = \frac{11}{9} \sim 1,2$.

$\lambda = \frac{7.10^{-4}}{3.10^{8} \times \sqrt{\left(\frac{11}{9}\right)^2 - 1}} = \frac{7}{3 \times 0,7} . 10^{-12}$.

$\simeq 3.10^{-12}$ m $\boxed{\lambda \sim 3\,pm}$