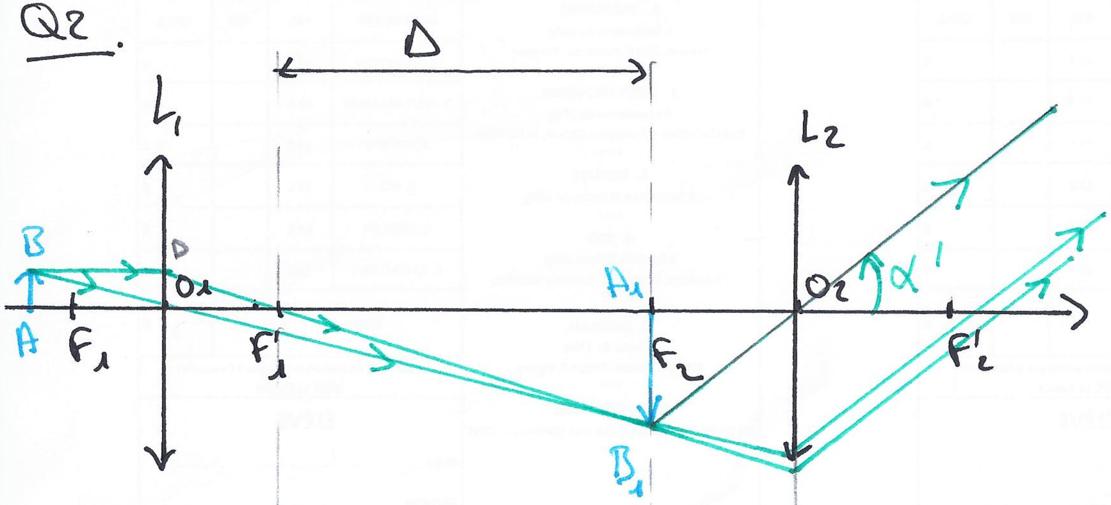
DM2 Correction

Problème 1

Q1. Afin que l'oeil n'accommode pas, l'image finale doit être à l'infini. Alors les rayons entrent tous parallèles dans l'oeil.

Dans ce cas A_1B_1 doit se situer sur F_2 le foyer focal objet de L_2

Q2.



Q3. Grandissement transversal : $\gamma_1 = \dfrac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$

Thalès dans les triangles $F'_1A_1B_1$ et F'_1O_1D :

$$\frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A_1F'_1}}{\overline{O_1F'_1}}$$

or $A_1 = F_2$ par construction

$$\Rightarrow \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{F_2F'_1}}{\overline{O_1F'_1}}$$

et par définition : $\begin{cases} \overline{O_1F'_1} = f'_1 \\ \text{et} \\ \overline{F_2F'_1} = -\overline{F'_1F_2} = -\Delta \end{cases}$

$$\Rightarrow \boxed{\gamma_1 = -\frac{\Delta}{f'_1}}$$

Q4. petits angles donc $\tan\alpha' \simeq \alpha'$

$$\Rightarrow \alpha' = \left|\frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{A_1O_2}}\right| = \left|\frac{\gamma_1 \overline{AB}}{\overline{A_1O_2}}\right|$$

et $A_1 = F_2 \Rightarrow \overline{A_2O_2} = \overline{F_2O_2} = f'_2$

de plus $\overline{AB} = h$ d'après l'énoncé et

$\gamma_1 = -\frac{\Delta}{f'_1}$ d'après la question précédente

$$\Rightarrow \boxed{\alpha' = \frac{\Delta h}{f'_1 f'_2}}$$ en valeur absolue.

Q5. pour un oeil emmétrope :

d_m = punctum proximum ≈ 25 cm

d_R = punctum rectum = ∞

Q6. on regarde un objet de taille h située à la distance d_m de l'oeil :

$$\boxed{\tan \alpha \approx \alpha \approx \frac{h}{d_m}}$$

Q7. grossissement : $G_c = \frac{\alpha'}{\alpha}$

en remplaçant les expressions de α' et α déterminer précédemment :

$$G_c = \frac{\Delta h}{f'_1 f'_2} \times \frac{d_m}{h}$$

$$\Rightarrow \boxed{G_c = \frac{\Delta d_m}{f'_1 f'_2}}$$

AN : $d_m = 25$ cm

$$G_c = \frac{16 \times 25}{2 \times 1{,}2}$$

$$= 8 \times \frac{25}{1{,}2}$$

$$\boxed{G_c \approx 167}$$

Q8 on veut $\alpha'_m = \varepsilon \Leftrightarrow \boxed{\alpha_m = \frac{\varepsilon}{G_c}}$

$$\Rightarrow \alpha_m = \frac{1'}{167} = 6\ 10^{-3}\ '$$

$$= 6\ 10^{-3} \times 60''$$

$$\boxed{\alpha_m = 0{,}36''} = \underline{2\ 10^{-6}\ \text{rad}}$$

Q9. on mesure en cm la distance entre 2 barbules $\delta \simeq 0{,}4\,cm$ en moyenne

or $100\,\mu m = 1{,}4\,cm$

$\Rightarrow \boxed{\delta \simeq 30\,\mu m}$ distance entre 2 crochets au bout des barbules

Q10 sans microscope la taille angulaire de ces crochets vaut :

$$\alpha = \frac{\delta}{d_m} \quad \text{avec } d_m = 25\,cm$$

$$\Rightarrow \alpha \simeq \frac{30\ 10^{-6}}{25\ 10^{-2}}$$

$$\alpha \simeq 1{,}2\ 10^{-4}\ rad$$

or $1' = 2{,}9\ 10^{-4}$ rad

$\Rightarrow \boxed{\alpha \simeq 0{,}4'}$

$\alpha < \varepsilon \Rightarrow$ à l'oeil nu on ne peut pas distinguer ces crochets

---

Problème 2

1. l'intensité se mesure en Ampère (A), unité fondamentale

- la puissance se mesure en W et

$$1\,W = 1\,kg\,m^2\,s^{-3}$$

on a $I_p = k P_e$

$$\rightarrow [k] = \frac{[I_p]}{[P_e]} = \frac{I}{M L^2 T^{-3}}$$

donc $\boxed{k \text{ a pour unité } A\,kg^{-1}\,m^{-2}\,s^3}$

ou k : $A W^{-1}$

ou k : V^{-1} (car $1\,W = 1\,VA$)

2_ en circuit ouvert $i(u_{co}) = 0$

$$\Leftrightarrow \quad I_0\left(e^{u_{co}/V_0} - 1\right) - I_p = 0$$

$$\Leftrightarrow \quad e^{u_{co}/V_0} - 1 = \frac{I_p}{I_0}$$

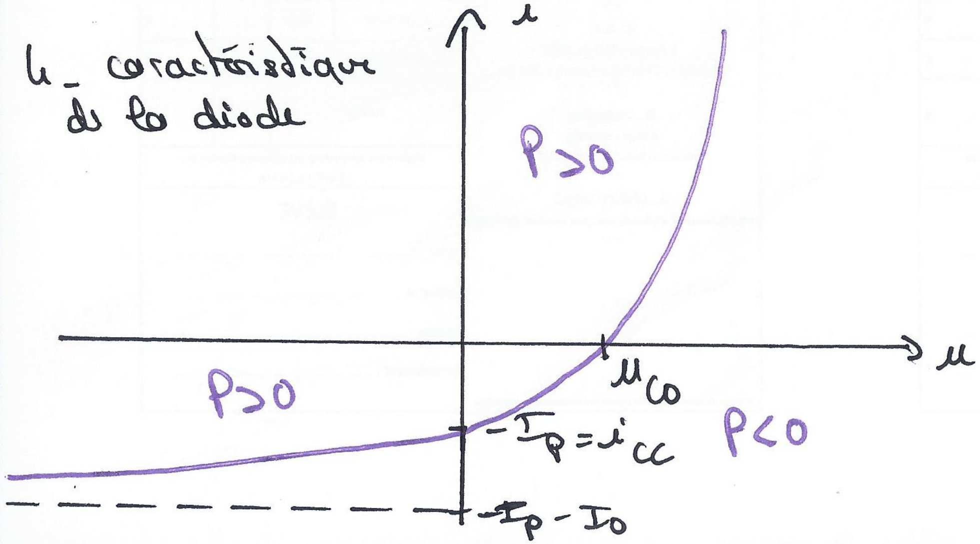
$$\Leftrightarrow \quad e^{u_{co}/V_0} = \frac{I_p}{I_0} + 1$$

$$\Leftrightarrow \quad \boxed{u_{co} = V_0 \ln\left(\frac{I_p}{I_0} + 1\right)}$$

3_ en court circuit $u = 0$

$$\Leftrightarrow \quad \boxed{i_{cc} = i(0) = -I_p}$$

4_ caractéristique de la diode



5_ $P = u\,i$

$P > 0$ si u et i sont de même signe

donc $P > 0$ dans le 1er et 3e quadrant

6. $P_\ell = 1{,}0$ mW et $I_p = k P_\ell$

$$\Rightarrow \quad \boxed{u_{co} = V_0 \ln\left(\frac{k P_\ell}{I_0} + 1\right)}$$

AN $u_{co} = 26 \times \ln\left(\frac{0.5 \times 1{,}0\, 10^{-3}}{10\, 10^{-6}} + 1\right)$

$= 26 \ln\left(0{,}5\, 10^{2} + 1\right)$

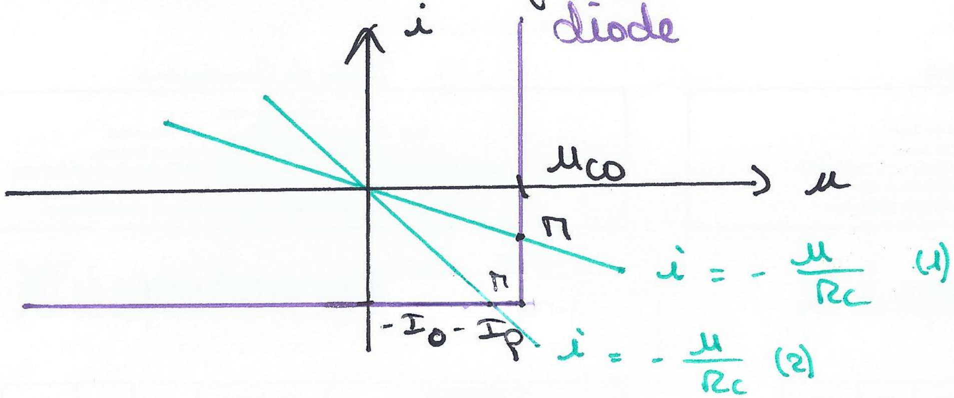
$u_{co} \approx 100$ mV

$\boxed{i_{cc} = -k P_\ell} = -0{,}5 \times 1{,}0\, 10^{-3}$ A

$i_{cc} = -0{,}5$ mA

7a. d'après la figure 3, la résistance R_c est en convention générateur $\Longrightarrow u = -R_c i$

$\Longleftrightarrow \quad i = -\dfrac{u}{R_c}$ on peut donc déterminer le point du fonctionnement :



on a alors 2 cas selon la valeur du R_c

- si $\boxed{R_c < \dfrac{u_{co}}{I_0 + I_p}}$ alors la pente de la caractéristique de la résistance est grande ($-R_c$)

donc $\boxed{\begin{aligned} i &= -I_0 - I_p \\ u &= R_c(I_0 + I_p) \end{aligned}}$

- si $\boxed{R_c > \underbrace{\dfrac{u_{co}}{I_0 + I_p}}_{=R_0}}$ la pente est plus faible

alors $\boxed{\begin{aligned} u &= u_{co} \\ i &= -\dfrac{u_{co}}{R_c} \end{aligned}}$

7b. La puissance fournie par la photodiode :

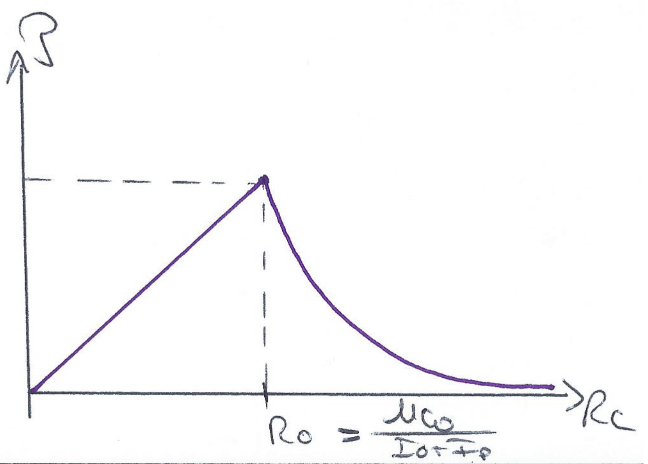
$P = -u i$ (convention générateur : la photodiode fournit du courant)

cette puissance est entièrement cédée à la résistance

si $\underline{R_c < R_0} \Rightarrow \boxed{P = R_c (I_0 + I_p)^2}$

si $\underline{R_c > R_0} \Rightarrow \boxed{P = \dfrac{u_{co}^2}{R_c}}$

7c. en fonction du R_c la puissance à l'allure ci-contre :



7d. $\boxed{P_{max} = P(R_o) = u_{co}(I_o + I_p)}$

AN $I_p = k P_\ell \Rightarrow P_{max} = u_{co}(I_o + k P_\ell)$

$P_{max} = 100 \times 10^{-3} (10\,10^{-6} + 0.5 \times 10^{-3})$

$\underline{P_{max} = 5{,}1\,10^{-5}\ W = 51\ \mu W}$

$R_{opt} = R_o = \dfrac{u_{co}}{I_o + I_p}$

$R_{opt} = \dfrac{0{,}1}{10^{-5} + 5\,10^{-4}} = \underline{196\ \Omega}$

8.a. $\eta = \dfrac{P_{max}}{P_\ell} = \dfrac{u_{co}(I_o + I_p)}{I_p/k}$

$\eta = k\,u_{co}\left(1 + \dfrac{I_o}{I_p}\right)$

on pose $x = \dfrac{k P_\ell}{I_o} = \dfrac{I_p}{I_o}$

et on sait que $u_{co} = V_o \ln\left(1 + \dfrac{I_p}{I_o}\right)$

$\Rightarrow \boxed{\eta = k V_o \ln(1 + x)\left(1 + \dfrac{1}{x}\right)}$

AN $\eta = 0.5 \times 26\,10^{-3} \ln\left(1 + \dfrac{0.5}{10^{-2}}\right)\left(1 + \dfrac{10^{-2}}{0.5}\right)$

$\underline{\eta = 0{,}052 = 5{,}2\,\%}$

8b. quand $x \to +\infty$ $\eta \to k V_o \ln x \to +\infty$

cela voudrait dire que $P_{max} \to +\infty$ <u>impossible</u>

on ne peut pas avoir $P_{max} > P_\ell$

En fait le courant crée par la lumière doit saturer à une certaine valeur si l'intensité lumineuse est trop grande

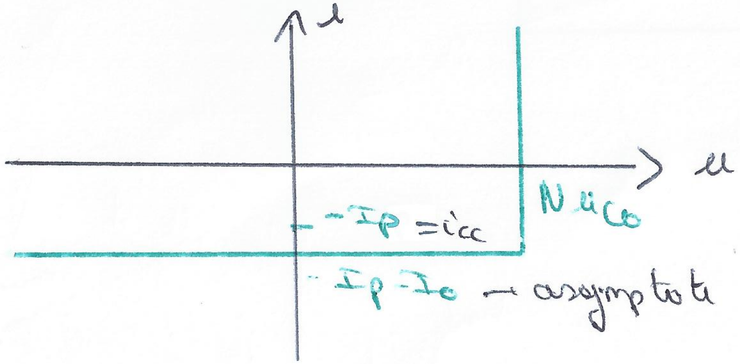
donc si P_ℓ est trop gd, $I_p \neq k P_\ell$ plus de relation de proportionnalité

8c. on suppose que la caractéristique de la diode fait un angle droit. donc le produit $-ui$ est surestimé $\Rightarrow$ P fournie par la diode est surestimée

$\Rightarrow$ η est surestimé

9a. les photodiodes sont en séries :
$\left\{\begin{array}{l}\text{les tensions s'ajoutent} \\ \text{le courant qui les traverse est identique}\end{array}\right.$

$\Rightarrow$ $\boxed{\begin{array}{l} u_{CO_N} = N u_{CO} \\ i_{CC_N} = i_{cc} = -I_p \end{array}}$



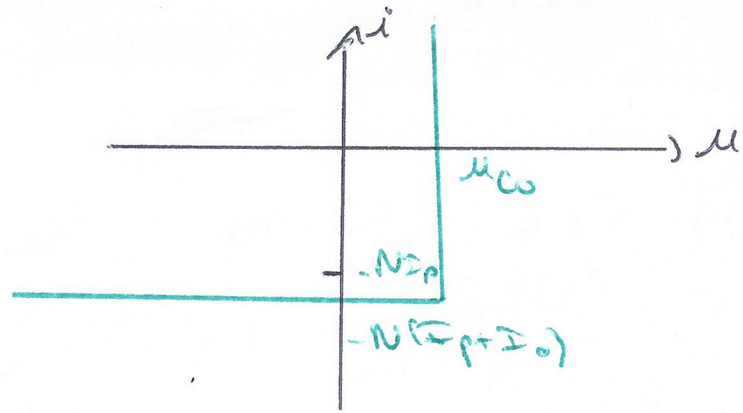
9b. $P_{N\,max} = -ui$ avec $u = N u_{CO}$
$i = -I_p - I_o$

$\Rightarrow$ $\boxed{P_{N\,max} = N u_{CO}(I_p + I_o) = N P_{max}}$

et $\boxed{R_{N\,opt} = \dfrac{N u_{CO}}{I_o + I_p} = N R_o}$

10a. si les photodiodes sont en parallèles alors
$\left\{\begin{array}{l}\text{elles ont toutes la même tension} \\ \text{les courants s'ajoutent}\end{array}\right.$

$\Rightarrow$ $\boxed{\begin{array}{l} u_{CO_N} = u_{CO} \\ i_{CC_N} = -N I_p \end{array}}$



$$P_{N\,max} = -ui = u_{co} \times N(I_p + I_o)$$

$$\boxed{P_{N\,max} = N P_{max}}$$

puissance maximale identique à celle de l'association en série

avec $\boxed{R_{N\parallel opt} = \dfrac{u_{co}}{N(I_o + I_p)} = \dfrac{R_o}{N}}$

11. photodiodes en série, il faut $R_c = NR_o = R_{N,opt}$

photodiode en parallèle, il faut $R_c = \dfrac{R_o}{N} = R_{N\parallel opt}$

or $R_c = 1k\Omega$ et $R_o = 196\Omega$

alors il faut choisi l'association en serie

on a alors $\boxed{N = \dfrac{R_c}{R_o} = \dfrac{R_c(I_o+I_p)}{u_{co}}}$

$N = 5,1 \Rightarrow$ il faut 5 photodiodes en serie

dans ce cas $\eta = \dfrac{P_{N\,max}}{P_\ell}$

$$\eta = 5 \times \frac{P_{max}}{P_\ell}$$

$$\eta = 0,26 = 26\,\%$$