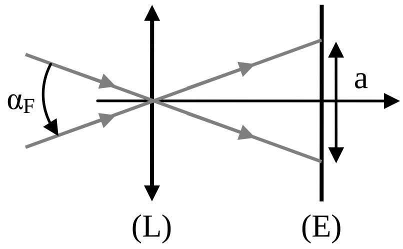
Problème 1 : l'œil, la loupe et le microscope.

Partie A : étude de l'œil nu.



1. En exploitant le schéma ci contre : $\dfrac{a}{2d}=\tan\left(\dfrac{\alpha_F}{2}\right)$

Avec α_F<10° (conditions de Gauss pour le cristallin)

$\boxed{a=d\alpha_F}$ A.N : $\boxed{a=1,48mm}$

2. Pour un œil sans défaut de vision, le punctum remotum R se trouve à l'infini. L'image se trouve alors dans le plan focal image du cristallin qui se confond donc avec la rétine.

On en déduit $f_R'=d$ et $\boxed{V_R=\dfrac{1}{d}}$ A.N : $\boxed{V_R=58,8\delta}$

3. Pour un œil emmétrope, $d_{min}\approx 25$cm.

L'œil emmetrope conjugue le punctum proximum avec la rétine lorsqu'il accommode au maximum.

On en déduit par la relation de conjugaison avec origine au centre : $-\dfrac{1}{(-d_{\min})}+\dfrac{1}{d}=V_P$

d'où $\boxed{V_P=\dfrac{d+d_{\min}}{d.d_{\min}}}$ A.N : $\boxed{V_P=62,8\delta}$

4. L'amplitude d'accommodation est $\boxed{A=\dfrac{1}{d_{\min}}=4\delta}$.

5. On utilise à nouveau la rel de conj avec origine au centre : $-\dfrac{1}{D_{\max}}+\dfrac{1}{d_m}=V_R=\dfrac{1}{d}$

On en déduit $\boxed{D_{\max}=\dfrac{d_m d}{d-d_m}}$ A.N : $\boxed{D_{\max}=-1,46m}$

6. De même $-\dfrac{1}{D_{\min}}+\dfrac{1}{d_m}=V_P=\dfrac{d+d_{\min}}{d.d_{\min}}$ d'où $\boxed{D_{\min}=\dfrac{d_m d_{\min} d}{d_{\min}d-d_m\left(d_{\min}+d\right)}}$ A.N : $\boxed{D_{\min}=-21,3cm}$

7. Pour que le punctum remotum soit renvoyé à l'infini, il faut que l'image d'un point à l'infini se forme sur la rétine. Il faut que la distance focale du doublet (lentille-cristallin) soit égale à la profondeur de l'œil.

On obtient alors que $f'_{doublet}=d_m=\dfrac{1}{V_{doublet}}=\dfrac{1}{V_R+V_m}$ d'où $\boxed{V_m=\dfrac{1}{d_m}-\dfrac{1}{d}=\dfrac{d-d_m}{d_m d}}$ A.N : $\boxed{V_m=-6,84.10^{-1}\delta}$

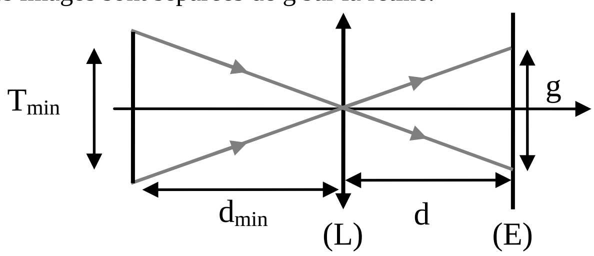
La lentille à utiliser présente une vergence négative, c'est donc une lentille divergente. Ce résultat était attendu.

8. Par le même schéma qu'à la question 1. On établit le lien entre g et ε en supposant que les deux points se positionnent sur la rétine à une distance minimale de g. D'où $\boxed{g=d\varepsilon}$ A.N : $\boxed{\varepsilon\approx 3.10^{-4}rad}$

9. On fait encore un schéma !! On place l'objet à la distance d_{min} devant l'œil emmétrope et on suppose que deux détails sont distingués si leurs images sont séparées de g sur la rétine.

Le théorème de Thalès donne alors :

$\boxed{T_{\min}=\dfrac{gd_{\min}}{d}}$ A.N $\boxed{T_{\min}=74\mu m}$

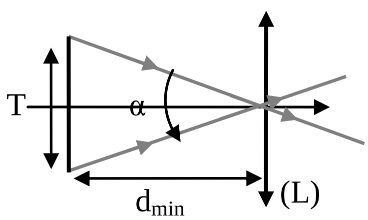


Partie B : étude de la loupe.

10. Ce sont les deux schéma vus en TP2… On observe un effet loupe, agrandissement d'une image virtuelle droite pour la lentille convergente. On observe un effet inverse, rétrécissement d'une image virtuelle droite, lorsque l'objet est proche de la lentille.

11. On fait à nouveau un schéma qu'on exploite par : $T=d_{\min}\tan\alpha=d_{\min}\alpha$

On obtient alors $\boxed{\alpha=\dfrac{T}{d_{\min}}}$



12. On place le texte à lire dans le plan focal objet de la loupe pour envoyer une image à l'infini qui sera vu par l'œil sans accommoder et donc sans fatigue visuelle.

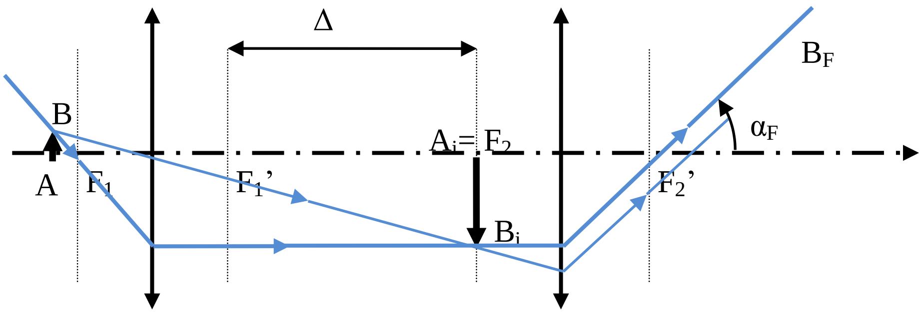
A l'aide du même schéma où on remplace d_{min} par la distance focale f'=1/V_L de la lentille $\boxed{\alpha_L = T.V_L}$

13. Le grossissement commercial d'un instrument est le rapport de l'angle sous lequel on voit un objet avec l'instrument et de l'angle maximal sous lequel on peut le voir à l'œil nu.

On en déduit que $G = \frac{\alpha_L}{\alpha} = V_L.d_{\min}$. On en déduit $\boxed{V_L = \frac{G}{d_{\min}}}$ A.N $\boxed{V_L = 40\delta}$

Partie C : étude du microscope.

14. Pour que l'utilisateur emmétrope observe cette image finale sans accommoder, il faut que l'image finale A_FB_F soit située à l'infini.
15. Il faut donc que l'image intermédiaire A_iB_i produite par l'objectif de la lentille soit situé dans le plan focal objet de l'oculaire.
16. On obtient le schéma du cours.



17. On observe clairement sur le schéma précédent que l'image intermédiaire est renversée par rapport à l'objet. Le grandissement est négatif. Pour un objectif portant la mention (x40) on en déduit que le grandissement est : $\boxed{\gamma_1 = -40}$.
18. On utilise la relation de grandissement avec origine au foyer image $\gamma_1 = -\frac{\overline{F_1'A_i}}{f_1'}$

On en déduit $\boxed{f_1' = -\frac{\Delta}{\gamma_1}}$ l'application numérique donne $\boxed{f_1' = 50mm}$

19. On utilise maintenant la relation de conjugaison avec origine aux foyers $\overline{F_1A}\,\overline{F_1'A_i} = -f_1'^2$

On en déduit $\boxed{\overline{F_1A} = -\frac{f_1'^2}{\Delta} = -\frac{\Delta}{\gamma_1^2}}$ A.N : $\boxed{\overline{F_1A} = -1,25.10^{-1}mm}$ L'objet observé est situé très près du point focal objet de l'objectif, un tout petit en avant de ce point.

20. Un objet de taille T donne une image intermédiaire de grandeur algébrique $\overline{A_iB_i} = \gamma_1 T$

L'angle sous lequel l'image intermédiaire est vu à travers l'oculaire est $\alpha_F = -\frac{\overline{A_iB_i}}{f_2'}$ (signe obtenu par l'observation d'un angle positif pour une distance algébrique négative sur le schéma)

On obtient finalement $\boxed{\alpha_F = -\gamma_1 \frac{T}{f_2'}}$

On en déduit le grossissement du microscope $\boxed{G = \frac{\alpha_F}{\alpha} = -\gamma_1 \frac{d_{\min}}{f_2'}}$ A.N $\boxed{G = 400}$

21. Pour une valeur α_F=ε, la taille du plus petit objet observable est $\boxed{T_{\min} = \frac{\varepsilon f_2'}{-\gamma_1}}$ A.N $\boxed{T_{\min} = 1,88.10^{-7}m}$.
22. L'application numérique donne $\boxed{\delta = 4,88.10^{-3}rad}$.
23. Pour que deux points soient distingués, il faut que l'angle les séparant soit au moins égal à δ ce qui donne en exploitant la relation établie en q20. $\boxed{T = \frac{\delta f_2'}{-\gamma_1} = 3,0\mu m}$

On observe avec les A.N des questions 21 et 23 que c'est la diffraction qui va limiter la résolution de l'instrument plutôt que le pouvoir de résolution de l'œil emmétrope.

Problème 2 : étude d'une photodiode.

1. La photodiode est étudiée en convention récepteur.
2. En exploitant la courbe correspondant à 8mW pour une tension de 0,5V, on lit l'intensité $\boxed{I_1 \approx -3{,}0mA}$.

La puissance électrique s'exprime $\boxed{P_1 = U_1 I_1 = -1{,}5mW}$

3. En exploitant la courbe correspondant à 6mW pour une tension de -1,0V, on lit l'intensité $\boxed{I_2 \approx -2{,}4mA}$.

La puissance électrique s'exprime $\boxed{P_2 = U_2 I_2 = 2{,}4mW}$

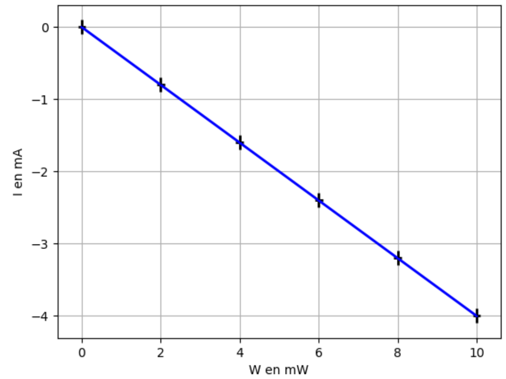
4. <u>**Dans le cas étudié question 2**</u>, la puissance reçue est négative, la photodiode fournit donc de la puissance, <u>**elle se comporte en générateur**</u>.

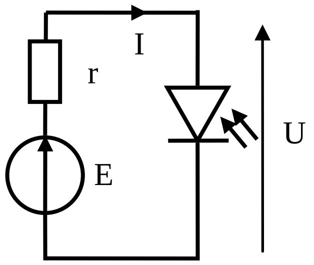
<u>**Dans le cas étudié question 3**</u>, la puissance reçue est positive, la photodiode reçoit donc de la puissance, <u>**elle se comporte en récepteur**</u>.

5. A l'aide des 6 courbes proposées sur la figure 2, on peut construire le tableau suivant :

W (mW)	0	2	4	6	8	10
I (mA)	0	-0,8	-1,6	-2,4	-3,2	-4,0

On obtient alors la courbe cicontre pour la représentation graphique de I=f(W).
Bien qu'on n'ai pas représenté tous les outils permettant une étude approfondie, une analyse qualitative de l'alignement des points montrent une tendance linéaire pour l'évolution de l'intensité du courant électrique inverse en fonction de la puissance lumineuse reçue.

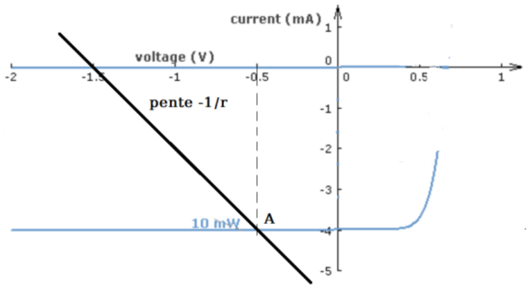


6. 

7. L'équation caractéristique du générateur dans le modèle de Thévenin étudié ici s'écrit $\boxed{U = E - rI}$

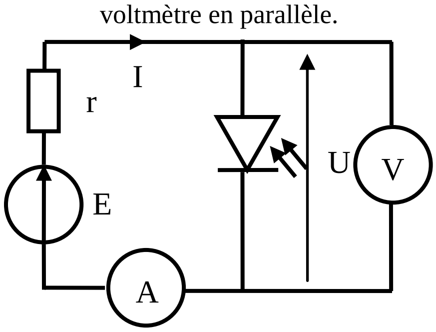
8. On reprend la courbe utile, à savoir la plus basse.

On ajoute la droite correspondant à la caractéristique du générateur de Thévenin de pente -1/r ce qui donne pour l'application numérique -5mA/V passant par le point limite donné soit une puissance luminseuse de 10mW, une tension de -0,5V ce qui donne une intensité de –4mA. On lit alors la force électromotrice correspondante à l'intersection de la caractéristique et de l'axe des abscisses ce qui donne E_{max}=-1,5V.



Par le calcul, on impose le point de coordonnées (U=-0,5V, I=-4mA) et on utilise l'équation caractéristique du générateur de Thévenin ce qui donne $\boxed{E = U + rI = -1{,}5V}$

9. Il faut placer l'ampèremètre en série avec la photodiode et le voltmètre en parallèle.



10. Dans le cas idéal, le voltmètre est de résistance infini, et l'ampèremètre est de résistance nulle.

Dans le cas réel, le voltmètre présente une résistance de l'ordre de 10MΩ (donc « très grande ») et l'ampèremètre présente une résistance de l'ordre de 1Ω (donc « très petite »).
<u>**Dans la proposition faite**</u>, le montage est dit « courte dérivation », pour laquelle on mesure bien la tension aux bornes de la diode mais on mesure le courant passant dans l'association parallèle de la diode et du voltmètre. <u>**On pourra avoir un biais dans la mesure de l'intensité avec ce montage**</u>.

Problème 3 : Etude d'un flash d'appareil photo.

Réponse en intensité du circuit.

1. En régime stationnaire, le condensateur est équivalent à un coupe circuit et K est ouvert. L'intensité traversant la résistance R est donc nulle et on obtient : $\boxed{u(t=0-)=v_2}$
2. A la fermeture de l'interrupteur K, la tension aux bornes du condensateur est continue, on en déduit que : $\boxed{u(t=0+)=v_2}$ et la loi d'Ohm donne : $\boxed{i_T(t=0+)=\frac{v_2}{R_T}}$
3. Le condensateur est un coupe circuit en régime stationnaire, on obtient $\boxed{i_T(t\to+\infty)=\frac{v_2}{R+R_T}}$
4. On applique la loi des mailles dans la boucle de gauche du circuit : $v_2-R\left(i_c(t)+i_T(t)\right)-u(t)=0$

Les équations caractéristiques des dipôles donnent alors : $u(t)=R_T.i_T(t)$ et $i_c(t)=C\frac{du}{dt}(t)=R_TC\frac{di_T}{dt}(t)$

On introduit ces expressions dans la loi des mailles pour obtenir l'équation différentielle :

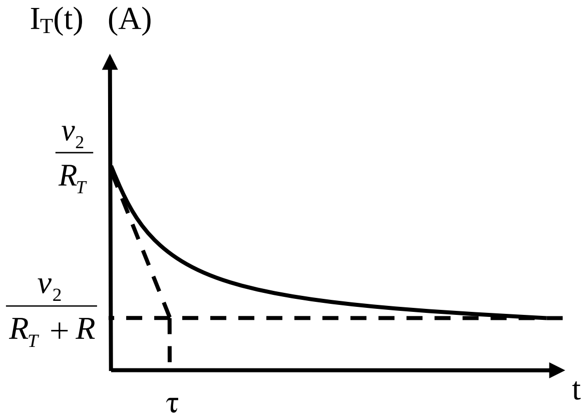
$$\boxed{\frac{di_T}{dt}(t)+\frac{1}{\tau}i_T(t)=\frac{1}{\tau}\frac{v_2}{R+R_T}} \qquad \text{avec} \qquad \boxed{\tau=\frac{RR_T}{R+R_T}C}$$

5. Les solutions de l'équation différentielle déterminée précédemment sont de la forme :

$S(t)=S_P+S_H(t)$ avec : $S_P=\frac{v_2}{R+R_T}$ et $S_H(t)=A\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$

On applique alors la condition initiale déterminée à la question 2 pour obtenir : $\frac{v_2}{R_T}=\frac{v_2}{R+R_T}+A$

L'intensité traversant le flash sur l'intervalle t>0 s'exprime alors : $\boxed{i_T(t)=\frac{v_2}{R+R_T}\left(1+\frac{R}{R_T}\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right)}$



A la fermeture de K, R_T étant faible, on observe un très fort courant électrique traversant le flash sur une durée caractéristique de quelques τ. Si τ est petit, on observe alors un fort éclairage résultant de la fermeture de l'interrupteur sur une durée courte, c'est l'éclair lumineux produit par le flash à la prise de la photographie.

6.

Etude énergétique.

7. L'énergie stockée dans le condensateur s'exprime généralement : $E_C=\frac{C}{2}U_C^2$, l'énergie accumulée dans le condensateur du flash avant la fermeture de K s'exprime donc $\boxed{E_C=\frac{C}{2}v_2^2}$
8. L'énergie à stocker pour produire le flash désiré s'exprime : $\boxed{E=P.T=0{,}4J}$
9. Le condensateur doit présenter une capacité : $\boxed{C=\frac{2E}{v_2^2}=8{,}9.10^{-6}F}$ Cette capacité est importante, d'un à deux ordres de grandeur supérieur à celles des condensateurs couramment utilisés en TP.