1. Principe du téléobjectif ☺☺

a) $\overline{OA}=-D=-3.10^{3}\,m$ d'après la formule de Descartes : $\dfrac{1}{\overline{OA'}}-\dfrac{1}{\overline{OA}}=\dfrac{1}{f'}$ donc $\boldsymbol{\overline{OA'}=\dfrac{f'\times\overline{OA}}{f'+\overline{OA}}}$.

Application numérique : $\boxed{\overline{OA'}=\dfrac{-20.10^{-2}\times 3.10^{3}}{20.10^{-2}-3.10^{3}}=20.10^{-2}=20\,cm}$

L'image est située dans le plan focal image de la lentille. Ce résultat était prévisible car $|\overline{OA}|\gg f'$. *Pour la suite on pourra considérer* $\overline{OA'}=f'$.

$\dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}=\dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}=\dfrac{f'}{-D}$ d'où $\boxed{\overline{A'B'}=\dfrac{f'}{-D}\times\overline{AB}=\dfrac{f'}{-D}h_1=\dfrac{20.10^{-2}}{-3.10^{3}}\times 30=-2{,}0.10^{-3}=-2{,}0\,mm}$

L'image est renversée, elle mesure $\boxed{h'_1=-\overline{A'B'}=2{,}0\,mm}$.

b) L'objet initial peut être considéré à l'infini ainsi l'image définitive A" est l'image d'un objet l'infini sur l'axe optique.

$$A_\infty \xrightarrow{L_1} F'_1=A' \xrightarrow{L_2} A''$$

On écrit la formule de conjugaison pour la lentille L_2 : $\dfrac{1}{\overline{O_2A''}}-\dfrac{1}{\overline{O_2F'_1}}=\dfrac{1}{f'_2}$ d'où $\dfrac{1}{\overline{O_2A''}}=\dfrac{1}{f'_2}+\dfrac{1}{\overline{O_2F'_1}}=\dfrac{\overline{O_2F'_1}+f'_2}{\overline{O_2F'_1}\times f'_2}$ d'où $\overline{O_2A''}=\dfrac{\overline{O_2F'_1}\times f'_2}{\overline{O_2F'_1}+f'_2}$

. Posons $\overline{O_1O_2}=e$. D'après la relation de Chasles, on peut écrire : $\overline{O_2F'_1}=\overline{O_2O_1}+\overline{O_1F'_1}=-e+f'_1=f'_1-e$

d'où : $\boxed{\overline{O_2A''}=\dfrac{(f'_1-e)\times f'_2}{f'_1-e+f'_2}}$

<u>AN:</u> $\boxed{\overline{O_2A''}=\dfrac{(20-15{,}5)\times -5}{20-5-15{,}5}=45\,cm}$.

On détermine la taille de l'image définitive grâce au grandissement de l'image intermédiaire à travers la lentille L_2.

$\dfrac{\overline{A''B''}}{\overline{A'B'}}=\dfrac{\overline{O_2A''}}{\overline{O_2F'_1}}$ D'où $\overline{A''B''}=\dfrac{\overline{O_2A''}}{\overline{O_2F'_1}}\times\overline{A'B'}$.

<u>AN:</u> $\boxed{\overline{A''B''}=\dfrac{45}{20-15{,}5}\times 2=20\,mm}$. $\boxed{h'_2=\overline{A''B''}=20\text{mm}}$. L'image est droite et mesure 20 mm.

c) L'encombrement **E** est $\overline{O_1A''}$ or $\overline{O_1A''}=\overline{O_1O_2}+\overline{O_2A''}=e+\dfrac{(f'_1-e)\times f'_2}{f'_1-e+f'_2}$.

<u>AN:</u> $\boxed{E=15{,}5+45=60{,}5\,cm}$. L'encombrement est de 60,5 cm.

d) Avec une lentille seule, le grandissement serait : $\dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}=\dfrac{-h'_2}{h_1}=\dfrac{\overline{OA''}}{\overline{OA}}=\dfrac{f'}{-D}$ d'où une distance focale : $\boxed{f'=D\dfrac{h'_2}{h_1}}$. AN: $\boxed{f'=\dfrac{3.10^{3}\times 20.10^{-3}}{30}=2\,m}$. Avec une lentille simple l'encombrement est de 2m (image dans la plan focal image). En utilisant 2 lentilles on réduit l'encombrement de 1/3.

2. Étude d'un microscope ☺☺

a)

$$A_0 \xrightarrow{L_1} A_1 = F_2 \xrightarrow{L_2} \infty$$

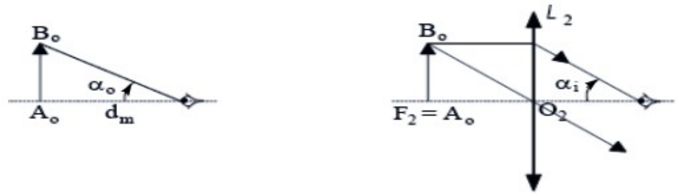
D'après la relation de Descartes $\dfrac{1}{\overline{O_1F_2}} - \dfrac{1}{\overline{O_1A_0}} = \dfrac{1}{f'_1}$ donc $\overline{O_1A_0} = \dfrac{f'_1 \times \overline{O_1F_2}}{f'_1 - \overline{O_1F_2}}$.

Or $\overline{O_1F_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F'_1F_2} = f'_1 + \Delta$ donc $\overline{O_1A_0} = \dfrac{f'_1 \times (f'_1 + \Delta)}{f'_1 - (f'_1 + \Delta)}$ d'où $\boxed{\overline{O_1A_0} = \dfrac{-f'_1 \times (f'_1 + \Delta)}{\Delta}}$.

AN : $\boxed{\overline{O_1A_0} = \dfrac{-4 \times (4 + 160)}{160} = -4{,}1\,mm}$.

b) Le grandissement de l'objectif est

$$\boxed{\gamma_{ob} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{A_0B_0}} = \frac{-\overline{F'_1A_1}}{f'_1} = \frac{-\Delta}{f'_1} = \frac{-160}{4} = -40}$$



c) La figure ci-contre montre le grossissement commercial de l'oculaire :

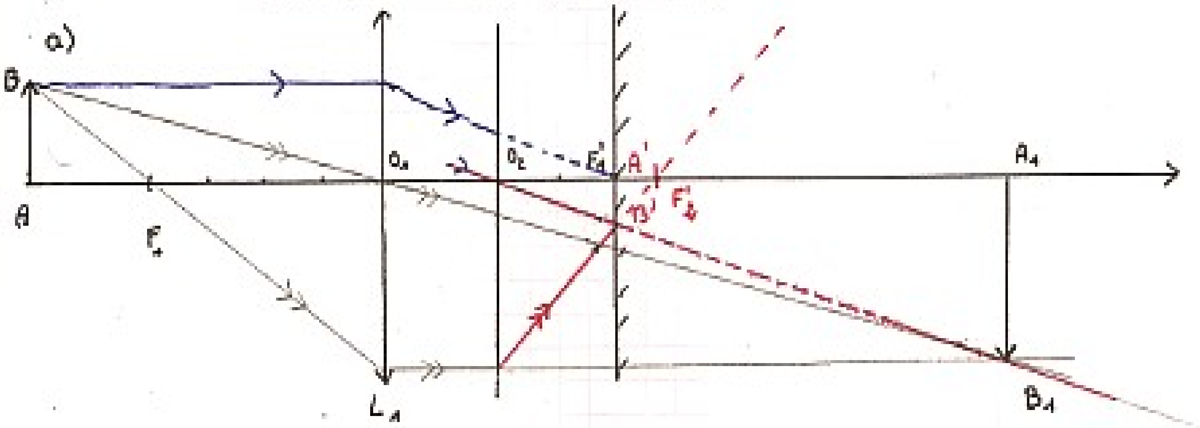
$$\boxed{G_{0C} = \frac{\alpha_i}{\alpha_0} = \frac{\overline{A_0B_0}}{f'_2} \times \frac{d_m}{\overline{A_0B_0}} = \frac{d_m}{f'_2} = \frac{250}{25} = 10}$$

d) $$\boxed{G_m = \frac{\alpha'_i}{\alpha_0} = \frac{\overline{A_1B_1}}{f'_2} \times \frac{d_m}{\overline{A_0B_0}} = \gamma_{ob} \times G_{OC} = 10 \times (-40) = -400}$$

3. Projection à l'aide de 2 lentilles ☺☺☺

$$AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{L_2} A'B'$$

a)



b) $\dfrac{1}{\overline{O_1A_1}} - \dfrac{1}{\overline{O_1A}} = \dfrac{1}{f'_1} \Rightarrow \dfrac{1}{\overline{O_1A_1}} = \dfrac{1}{f'_1} + \dfrac{1}{\overline{O_1A}} = \dfrac{\overline{O_1A} + f'_1}{f'_1 \times \overline{O_1A}} \Rightarrow \boxed{\overline{O_1A_1} = \dfrac{f'_1 \times \overline{O_1A}}{f'_1 + \overline{O_1A}}}$

AN : $\overline{O_1A_1} = \dfrac{20 \times -30}{-30 + 20} = \dfrac{-60}{-1} = 60\ cm$

$\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} - \dfrac{1}{\overline{O_2A_1}} = \dfrac{1}{f'_2} \Rightarrow \dfrac{1}{f'_2} = \dfrac{\overline{O_2A_1} - \overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1} \times \overline{O_2A'}} \Rightarrow \boxed{f'_2 = \dfrac{\overline{O_2A_1} \times \overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1} - \overline{O_2A'}}}$

or $\overline{O_2A_1} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1A_1} = -10 + 60 = 50\ cm$

$\overline{O_2A'} = 10\ cm$

$\boxed{f'_2 = \dfrac{50 \times 10}{50 - 10} = \dfrac{50}{4} = 12{,}5\ cm}$

4. Observation des cratères lunaires avec une lunette de Galilée *(d'après CCINP MP 2007)*

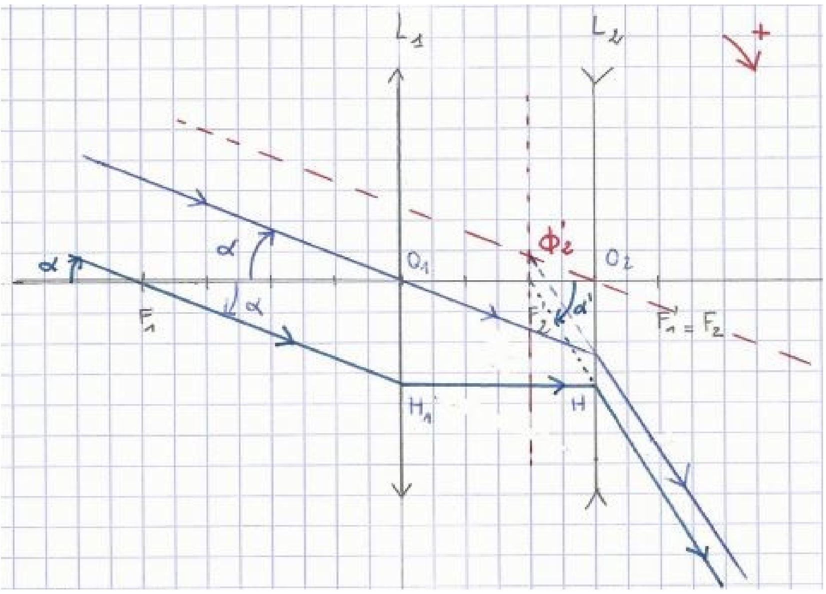
1. $\boxed{f'_1 = \frac{1}{V_1} = 0{,}2\,m = 20\,cm > 0}$. La lentille L_1 est convergente.

$\boxed{f'_2 = \frac{1}{V_2} = 0{,}05\,m = 5\,cm < 0}$. La lentille L_2 est divergente.

2. Cette lunette donne d'un objet à l'infini, une image à l'infini que l'œil peut regarder sans accommodation.

3. $d = \overline{O_1O_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F'_1O_2}$. Or la lunette est afocale donc F'$_1$ est confondu avec F_2. Ainsi $d = \overline{O_1F'_1} + \overline{F_2O_2}$ d'où : $\boxed{d = f'_1 + f'_2}$. AN : $\boxed{d = 20 - 5 = 15\,cm}$.

4. ci-dessous



5. $\tan\alpha \approx \alpha = \frac{O_1H}{f'_1}$ et $\tan\alpha' \approx \alpha' = \frac{O_1H_2}{-f'_2} = \frac{O_1H_1}{-f'_2}$ d'où $\boxed{G = \frac{\alpha'}{\alpha} = -\frac{f'_1}{f'_2}}$.

6. Il faut comparer l'angle sous lequel on regarde l'objet à la limite de résolution angulaire de l'oeil $\alpha_{\lim} = 3.10^{-4}\,rad$.

a) A l'oeil nu, pour Copernic $\tan\alpha \approx \alpha = \frac{96}{384000} = 2{,}5.10^{-4} < \alpha_{\lim}$, on ne distingue pas les bords à l'oeil nu. Pour Clavius $\tan\alpha \approx \alpha = \frac{240}{384000} = 6{,}25.10^{-4} > \alpha_{\lim}$, on distingue les bords à l'oeil nu.

b) Avec la lunette, pour Copernic $\alpha' = 4\alpha = 1.10^{-3} > \alpha_{\lim}$, on distingue les bords . Pour Clavius $\alpha' = 4\alpha = \frac{240}{384000} = 2{,}5.10^{-3} > \alpha_{\lim}$, on distingue les bords à l'oeil nu.

c) L'angle sous lequel on voit Vénus est $\alpha_V = \frac{12150}{45.10^6} = 2{,}7.10^{-4}\,rad$. L'angle sous lequel on voit Jupiter est $\alpha_J = \frac{145800}{6{,}3.10^8} = 2{,}31.10^{-4}\,rad$. $\alpha_J < \alpha_V < \alpha_{\lim}$. Jupiter sera complètement occulté par Vénus et on verra un point passant devant un autre .

Avec la lunette $\alpha'_V = \frac{12150}{45.10^6} = 10{,}8.10^{-4}\,rad$ et $\alpha'_J = 9{,}2.10^{-4}\,rad$. Jupiter sera complètement occulté par Vénus et on verra un disque passant devant un autre .