Meilleure note :

Moyenne :

Écart-type :

Première partie

Découverte de Proxima du Centaure

Extrait du concours Centrale-Supélec MP 2020

I_ Première observation de l'étoile

Q1 1 année-lumière = distance parcourue par la lumière en 1 an = d

avec $d = c\,\Delta t$ $\quad c = 3\,10^{8}\ \mathrm{ms^{-1}}$

$\Delta t = 365 \times 24 \times 3600$

Soit $d = 9{,}5\,10^{15}\ \mathrm{m}$.

Or $D_E = 3{,}99\,10^{13}\ \mathrm{km} = 3{,}95\,10^{16}\ \mathrm{m}$.

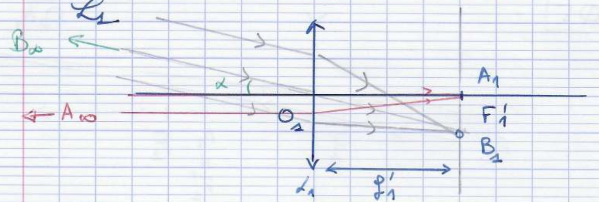
$= 39{,}5\,10^{15}\ \mathrm{m}$.

Soit $D_E = 4{,}2$ années.lumière

ou $d_{TS} = 1{,}50\,10^{8}\ \mathrm{km} \ll D_E$ on peut assimiler D_{TP} à D_E

37 **Q2** L'image de l'étoile par la lentille $\mathcal{L}_1$ est dans le plan focal image de la lentille $\mathcal{L}_1$

$D_E \gg f'_1$.



40/00 **Q3** D'après la formule du grandissement

$$\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1E}}$$

avec $AB = 2R_E$

$|\overline{O_1A_1}| = f'_1$

$|O_1E| = D_E$

$$\boxed{A_1B_1 = 2R_E \cdot \frac{f'_1}{D_E}}$$

AN : $A_1B_1 = 3{,}9\,10^{-8}\ \mathrm{m}$.

Q4 On veut $\gamma_2 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_1B_1}} = 4$. avec $A_1 \xrightarrow{\mathcal{L}_2} A'$

Or $\gamma_2 = \frac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A_1}}$ avec $-\frac{1}{\overline{O_2A_1}} + \frac{1}{\overline{O_2A'}} = \frac{1}{f'_2}$

Il vient $\overline{O_2A'} = \frac{f'_2 \times \overline{O_2A_1}}{\overline{O_2A_1} + f'_2}$

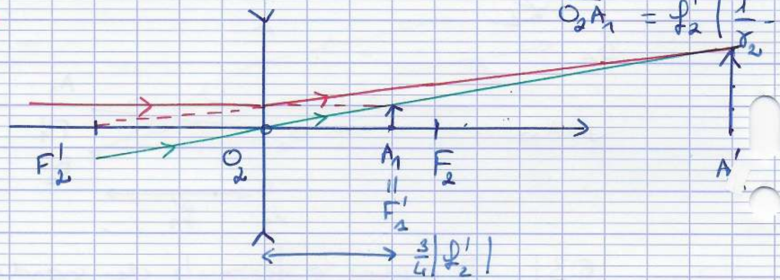
$$\gamma_2 = \frac{f'_2}{\overline{O_2A_1} + f'_2} \iff \overline{O_2A_1} + f'_2 = \frac{f'_2}{\gamma_2}$$

Or $\overline{O_2A_1} = \overline{O_2F'_1} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1F'_1}$

$$\overline{O_2O_1} + f'_1 + f'_2 = \frac{f'_2}{\gamma_2}$$

$$\boxed{O_1O_2 = f'_1 + f'_2\left(1 - \frac{1}{\gamma_2}\right)}$$

Q5 $\overline{O_2A_1} = f'_2\left(\frac{1}{\gamma_2} - 1\right)$



Q6 On a $A'B' = 4\ A_1B_1$

$A'B' = 16\ 10^{-8}$ m $= 1{,}6\ 10^{-7}$ m $< 10\ \mu$m

L'image est vue comme ponctuelle.

52 **Q7** Soit a la taille caractéristique d'un pixel

On a $Na^2 = L \times \ell$ soit $a = \sqrt{\frac{L \times \ell}{N}}$

$a = 3\ \mu$m.

la taille de l'image est toujours plus petite. Image ponctuelle.

Q8 Diffraction $\theta = \frac{\lambda}{D_1} = 1{,}2 \cdot 10^{-6}$ rad

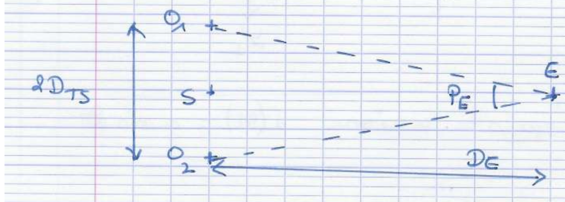
56.

Or $\alpha = \frac{2R_E}{D_E}$ $\alpha \simeq \frac{19{,}6\ 10^{6}}{3{,}99\ 10^{13}} \simeq 5\ 10^{-9}$ rad.

ou tâche de diffraction $\frac{\lambda}{D_1} f'_1 = 10\ \mu$m $> 0{,}16\ \mu$m.

II. Mesure de la distance entre la Terre et l'étoile

Q9 $P_E = 1545$ millisecondes d'arc



On a $\tan\frac{P_E}{2} = \frac{D_{TS}}{D_E}$

soit $D_E \simeq \frac{2D_{TS}}{P_E}$

$$D_E = 2 \times 1{,}5\ 10^{8} \times \frac{1}{1545\ 10^{-3} \times \frac{1}{3600} \times \frac{2\pi}{360}}.$$

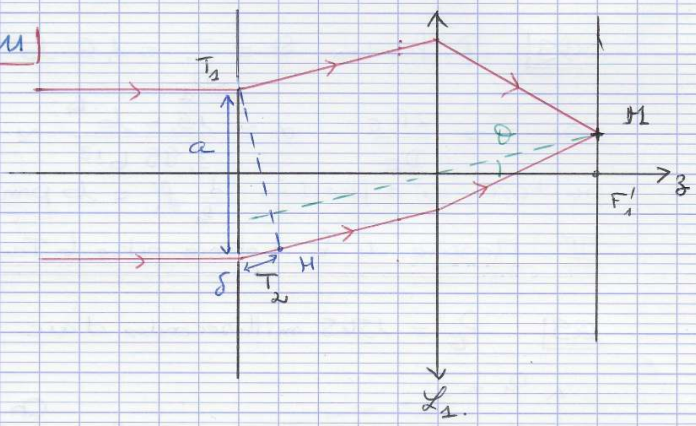
$1''$ d'arc $= \frac{1}{3600}$ degré

$D_E = 4{,}0\ 10^{13}$ km. Ce résultat est cohérent avec la donnée de la première partie

Q10 La distance entre la Terre et le Soleil varie au cours de l'année car la trajectoire de la Terre est elliptique (le Soleil est un des foyers)

III. Mesure du rayon de l'étoile

1. **Q11**



Q12 D'après le schéma $\delta(M) = a \sin\theta$

avec $\tan\theta = \dfrac{x}{f_1'}$

Dans l'approximation des petits angles $\theta \ll 1$ rad
$\tan\theta \simeq \theta$ et $\sin\theta \simeq \theta$

Il vient $\delta(M) = \dfrac{ax}{f_1'}$

Soit $p_S(M)$ l'ordre d'interférence en M

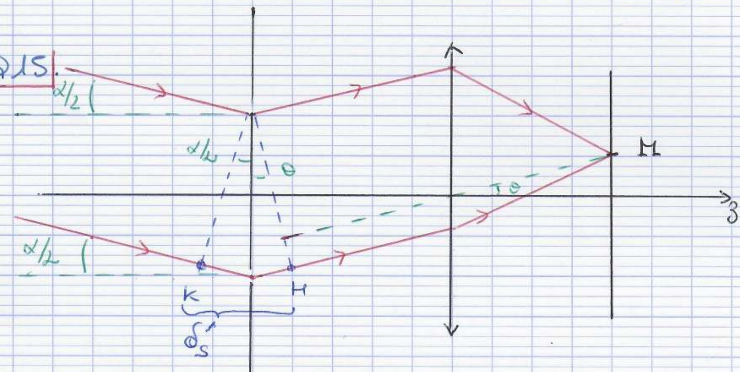
$$\boxed{p_S(M) = \frac{a x}{\lambda_{obs} f_1'}}$$

Q13 Figure d'interférence est composée de franges rectilignes à x = cte équidistantes
i = interfrange

$$i = \frac{\lambda_{obs} f_1'}{a}$$

Q14 On a $I(M) = 2 I_0 \left(1 + \cos \dfrac{2\pi}{\lambda_{obs}} \dfrac{ax}{f_1'}\right)$

2. **Q15**



Q16 $\delta_S'(M) = a \sin\dfrac{\alpha}{2} + a \sin\theta$

$$= a\frac{\alpha}{2} + a\frac{x}{f_1'}$$

$$p_{S'}(M) = \frac{a}{\lambda_{obs}}\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{x}{f_1'}\right)$$

Q17 Brouillage de la figure d'interférence pour la première fois : $|\Delta p| = 1/2$

Soit $\dfrac{a\alpha}{2\lambda_{obs}} = \dfrac{1}{2}$ $\qquad a = \dfrac{\lambda_{obs}}{\alpha}$

Q18 AN $a = 121$ m