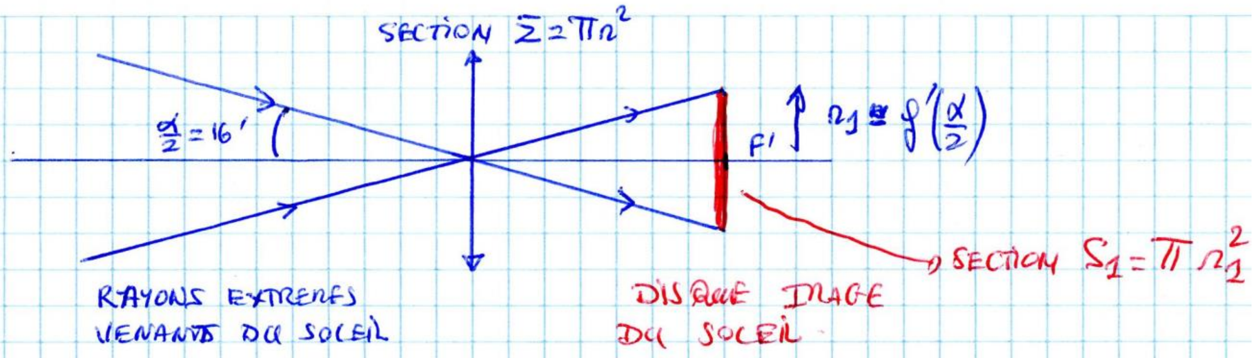
B



DU FAIT DU STIGMATISME, TOUS LES RAYONS VENANT DU SOLEIL ET TRAVERSANT LA LENTILLE, ARRIVENT SUR LE DISQUE IMAGE.

PUISSANCE INCIDENTE TRAVERSANT LA LENTILLE $P_i = P_S . \Sigma$

$\hookrightarrow$ PUISSANCE TRANSMISE $P_t = 0{,}75\, P_i$

HYPOTHÈSE DE CALCUL : TOUTE L'ÉNERGIE LUMINEUSE REÇUE PAR LE DISQUE IMAGE EST ABSORBÉE SANS DIFFUSER DANS LE PAPIER ET PROVOQUE L'ÉLÉVATION DE TEMPÉRATURE DU DISQUE IMAGE

SYSTÈME : DISQUE IMAGE, DE MASSE $m = \sigma S_1$
DE CAPACITÉ CALORIFIQUE $C_p = mc$

ÉTAT INITIAL à $t=0$ $\theta = \theta_0 = 20°C$
FINAL à $t = T$ $\theta = \theta_f = 232°C$

ÉNERGIE LUMINEUSE REÇUE $P_t . T$ TRANSFORMÉE EN CHALEUR

PREMIER PRINCIPE À PRESSION EXTÉRIEURE CONSTANTE :

$$\Delta H = Q$$

$$\boxed{mc(\theta_f - \theta_0) = P_t T}$$

MISE EN FORME

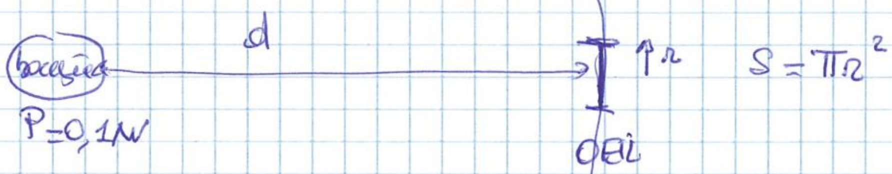
$$\boxed{T = \frac{\sigma c(\theta_f - \theta_0)}{0{,}75\, P_S}\left[\frac{\alpha}{2}\frac{f'}{r}\right]^2}$$

AN $T \simeq 445\ s$ ENVIRON 7 min$^+$

LE TEMPS RÉEL SERA PLUS GRAND, CAR DE LA LUMIÈRE REÇUE VA ÊTRE RÉÉMISE

C

10 photons en 0,05 s $\Rightarrow N = 200$ photons/s



$4\pi d^2$

$$P_{oeil} = P \cdot \frac{r^2}{4d^2} = N \varepsilon_{ph}$$

À SAVOIR

$\varepsilon_{ph} \to 1\,eV \simeq 1{,}6\ 10^{-19}\,J$

$$\to d = \sqrt{\left(\frac{P}{N\varepsilon_{ph}}\right)} \frac{r}{2} = \sqrt{\frac{0{,}1\ 10^{19}}{200 \cdot 1{,}6}} \left(2{,}5\ 10^{-3}\right)$$

$$= \frac{10^9}{\sqrt{1{,}6 \times 200}}\ 2{,}5\ 10^{-3}$$

$$= \frac{2{,}5}{\sqrt{1{,}6 \times 200}}\ 10^6$$

$$\simeq \underline{140\ km}.$$

SUR UNE TELLE DISTANCE, L'ABSORPTION DE L'AIR N'EST PAS NÉGLIGEABLE.

I ②

② L'HYPOTHÈSE $s \ll S$ NOUS PERMET D'ENVISAGER UN RÉGIME PSEUDO-PERMANENT POUR LE MOUVEMENT DE L'EAU, ET ON PEUT SE SERVIR DE BERNOULLI QUAND LE SIPHON EST EN FONCTIONNEMENT : z compris entre z_1 et z_2

$\frac{dz}{dt} < 0$ L'EAU DESCEND

ON PREND UNE LIGNE DE COURANT ENTRE LA SURFACE LIBRE (z, $P=P^\circ$, vitesse $\left|\frac{dz}{dt}\right|$) et la sortie du siphon ($z=0$, $P=P^\circ$, vitesse v)

$$\cancel{P^0} + \mu g z + \frac{\mu}{2}\cancel{\left(\frac{dz}{dt}\right)^2} = \cancel{P^0} + \mu g(0) + \frac{\mu}{2} v^2$$

COMME $s \ll \Sigma \Rightarrow \left|\frac{dz}{dt}\right| \ll v$

$$\Rightarrow \boxed{v \simeq \sqrt{2gz}}$$

ON ÉCRIT MAINTENANT LA CONSERVATION DU DÉBIT VOLUMIQUE CAR L'EAU LIQUIDE EST CONSIDÉRÉE INCOMPRESSIBLE.

$$Q = \Sigma\left(\frac{dz}{dt}\right) + v s = \Sigma\left(\frac{dz}{dt}\right) + s\sqrt{2gz}$$

L'EAU QUI ARRIVE À GAUCHE | MONTE OU DESCEND DANS LE CYLINDRE | SORT PAR LE SIPHON

ON SÉPARE LES VARIABLES

$$dt = \frac{\Sigma\, dz}{Q - s\sqrt{2gz}}$$

ON VEUT $dz < 0$ qd $dt > 0$, et le DÉNOMINATEUR NE DOIT PAS S'ANNULER

$$\Rightarrow Q < s\sqrt{2gz_1}$$

$$\hookrightarrow \boxed{??? = \int_{z_2}^{z_1} \frac{\Sigma\, dz}{Q - s\sqrt{2gz}} = \int_{z_1}^{z_2} \frac{\Sigma\, dz}{s\sqrt{2gz} - Q}}$$

J

ASPECT NUMERIQUE TRÈS SIMPLIFIÉ POUR MIEUX VOIR.

LONGUEUR TOTALE DE MUR $(8+5)\times 2 = 26\,m$
SECTION DU MUR $(2,5)(26) = 65\,m^2$
EPAISSEUR DU MUR $0,15\,m$.

$R_{MUR} \simeq 1,5\ 10^{-4}$ SI

$R_{ISOLANT} \simeq 10\,R_{MUR}$

EN REGIME PERMANENT ETABLI, LES DEUX CAS DEMANDENT LA MÊME PUISSANCE THERMIQUE <u>1,2 kW</u>

REGIME ATTEIGNABLE AVEC LA PUISSANCE INDIQUEE.

REGARDONS DE PLUS PRÈS LES TEMPERATURES DE JONCTION ET LES TEMPERATURES MOYENNES DS LES DEUX CAS

ISOLANT EXTERIEUR				ISOLANT INTERIEUR			
INT	MUR	ISOLANT	EXT	INT	ISOLANT	MUR	EXT
20°C	$\theta_{moy} \simeq 19°C$	θ_{moy} 9°C	0°C	20°C	$\simeq 9°C$	$\simeq 1°C$	0°C

18°C

2°C

VOLUME D'AIR $\simeq 100\,m^3$

$C_{AIR} \simeq 1,25\ 10^5$ SI

$C_{MUR} \simeq 2\ 10^7$ SI $\gg C_{AIR}$

$\Longrightarrow$

POUR CHAUFFER L'AIR DE 0°C → 20°C 2,5 MJ $\simeq$ 30 min

POUR CHAUFFER LE MUR :

ISOLANT EXTERIEUR 400 MJ $\simeq$ 55 h

ISOLANT INTERIEUR 20 MJ $\simeq$ 4 h

DURÉE MINIMALE DE CHAUFFAGE SS COMPTER LES PERTES

BILAN

* L'ENERGIE SERT À CHAUFFER LES <u>MURS</u> ET COMPENSER LES PERTES... PAR L'AIR ?

* L'ISOLANT EXT SEMBLE DEFAVORISÉ.
C'EST VRAI À LA MISE EN TEMPERATURE (C'EST UN TRANSITOIRE), MAIS ENSUITE, L'AIR DE LA MAISON EST ENTOURÉ D'UN THERMOSTAT QUI ATTENUERA LES FLUCTUATIONS EXTÉRIEURES (FRÉQUENTES)

Exoplanète. *On parle ici de la première exoplanète détectée en 1995.*
Début : l'hypothèse $m << M$ permet de se mettre dans le cadre du cours (planète en orbite circulaire autour d'une étoile considérée immobile). On a donc $d_1 << d$ donc $(d - d_1) \approx d$.

Première méthode : *on utilise sans démonstration la troisième loi de Kepler dite K3 pour la planète qu'on peut même connaître de manière incomplète :*

$$\frac{d^3}{T^2} = k = 1\ (UA)^3 (an)^{-2} \qquad (0)$$

Car le système ressemble beaucoup au système solaire d'après l'énoncé, donc on applique K3 à la Terre autour du Soleil. Et on peut maintenant calculer d directement en UA avec T en an:

$$d = (kT^2)^{1/3} \approx \left(1 \times \left(\frac{4{,}23}{365{,}24}\right)^2\right)^{1/3} \approx 0{,}05\ UA \ll 1\ UA$$

L'avantage de cette méthode est de ne pas avoir de système d'équations couplées.

Ensuite, on utilise que C est le centre d'inertie du système double. A tout instant :

$$M\overrightarrow{CE} + m\overrightarrow{CP} = \vec{0} \quad soit\ encore\ \ M\overrightarrow{CE} = -m\overrightarrow{CP} \quad (1)$$

En dérivant par rapport au temps :

$$M\vec{V}_E = -m\vec{V}_P \quad (2)$$

En passant aux normes :

$$Md_1 = m(d - d_1) \approx md \quad (1')$$
$$MV_E = mV_P \quad (2')$$

Comme la trajectoire est circulaire uniforme : $V_P = \frac{2\pi(d-d_1)}{T} \approx \frac{2\pi d}{T} \quad (3)$

(2') donne alors :

$$\frac{m}{M} \approx \frac{V_E T}{2\pi d} \approx 4 \times 10^{-4} \ll 1 \quad ou \quad m \approx 8{,}6 \times 10^{26}\ kg$$

Les hypothèses de calcul sont justifiées a posteriori.

Seconde méthode : *on ne pense pas à K3 ou on l'a oubliée. On retire l'équation (0) mais je garde les autres.*
La trajectoire de l'étoile est aussi circulaire : $V_E = \frac{2\pi d_1}{T} \qquad (4)$
Nouvelle dérivation temporelle de (2) :

$$M\vec{a}_E = -m\vec{a}_P \quad (5)$$

On passe au norme et on utilise le PFD :

$$Ma_E = ma_P = \frac{GMm}{(d - d_1)^2} \approx \frac{GMm}{d^2} \quad (5')$$

On utilise alors l'information fournie :

$$(5')\ \ devient \quad M\frac{V_E^2}{d_1} \approx m\frac{V_P^2}{d} \approx \frac{GMm}{d^2}$$

Il suffit maintenant d'éliminer d_1 et V_P dans les équations. On sort alors :

$$md \approx \frac{MV_E T}{2\pi} \quad et \quad \frac{m}{d^2} \approx \frac{2\pi V_E}{GT}$$

En éliminant m, on sort d qui n'est autre que K3 et on reporte pour obtenir m. On retrouve les résultats précédents.
Commentaires : *On s'attendait à trouver un système qui ressemble au nôtre. Pas du tout, on obtient une planète géante (quasi Jupiter) très proche de l'étoile. Cela dit, la Terre n'aurait pas été détectée. Mais maintenant, comment a-t-on mesuré V_E et T ?*

Remarque : *cette étoile est légèrement plus massive que le Soleil (+5%), mais vous ne le savez pas et cela ne change pas grand-chose à la principale découverte.*