1° Un flux de photons traversant un milieu dont la propabilité d'absoption est donnée par $d\omega = \sigma_A\, n(s)\, ds$ subira une atténuation dF pour la traversée d'une couche d'épaisseur

3 ds suivant. $dF = -F\, \sigma_A\, n(s)\, ds$.

Dès lors le flux suit une loi d'atténuation exponentielle pour une propagation le long d'un rayon lumineux de longueur s perpendiculaire à l'unité de surface étudiée :

2 $F(s) = F(0)\, e^{-\int_0^s \sigma_A n(s')\, ds'}$.

En introduisant la profondeur optique $\tau = \int_0^s \sigma_A\, (n(s'))\, ds'$ on obtient $F(s) = F(0)\, e^{-\tau(s)}$

2° Les hypothèses d'atmosphère isotherme et de gaz parfait nous permettent d'écrire l'équation suivante pour le nombre densité

$$\begin{cases} dp = n k\, dT + kT\, dn & (p = nkT) \\ dp = -n m g\, dz & \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{dz}{H} \quad \text{avec } H = \frac{kT}{mg} \text{ l'échelle de hauteur atmosphérique}$$

si $T = cte$: $dp = kT_0\, dn = -nmg\, dz$ en supposant $g = cte$

4 d'où $\frac{dn}{n} = -\frac{mg}{kT_0}\, dz$ et $n(z) = n_0\, e^{-z/H}$

Le flux de photons est incident en haut de l'atmosphère

$$\tau = \int_z^\infty \sigma_A\, n_0\, e^{-z'/H}\, dz' = \sigma_A\, n_0\, H\, e^{-z/H}$$

(on vérifie que $e^{-1500/H} \sim 10^{-9}$).

3 $\sigma_A\, n_0\, H\, e^{-z_m/H} = 1 \Rightarrow z_m = H \ln(\sigma_A\, n_0\, H)$.

3° Le taux de destruction $j = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I_\infty(\lambda)\, e^{-\tau \cos\theta}\, d\lambda$

avec les conditions simplifiées du texte pour $z = z_m$,

(2) $(\tau = 1)$ et $\theta = 0$ on obtient $j_{CH_4} = F_0 \sigma / e$

AN : $j_{CH_4} \simeq 5{,}347926 \cdot 10^{11} \times 1{,}794745 \times 10^{-17} / e \sim 3{,}53 \cdot 10^{-6}\ s^{-1}$

* Le nombre de molécules détruits est $j_{CH_4} \cdot [CH_4]$ /cm^3/s.

→ En supposant le taux maximal de destruction au maximum d'absorption

$$d = \frac{F_0 \sigma}{e} n_0 e^{-z_m / H} = \frac{F_0 \sigma}{e} n_0 e^{-H \ln(\sigma n_0 H)/H}$$

$$d = \frac{F_0 \sigma}{e} \frac{n_0}{\sigma n_0 H} = \frac{F_0}{He} = \frac{M g F_0}{RTe}$$

$$d \simeq \frac{16 \cdot 10^{-3} \times 1{,}352 \times 5{,}348 \cdot 10^{15}}{8{,}31 \times 150 \times e} = 3{,}4 \cdot 10^{10}\ m^{-3} s^{-1}$$

$3{,}4 \cdot 10^{4}\ cm^{-3} s^{-1}$

Le temps pour détruire tout le méthane à l'altitude z_m

$$t = \frac{n_m}{d} = \frac{1}{\sigma H} \times \frac{He}{F_0} = \frac{e}{\sigma F_0} \quad \left(\text{on retrouve } \frac{1}{j}\right)$$

$t \sim 2{,}8\ 10^5$ s.

*→ pour la colonne au dessus de z_m :

$$n_{z_m} = \int_{z_m}^{\infty} n_0 e^{-z/H} dz = \frac{n_0 H}{\sigma_A n_0 H} = \frac{1}{\sigma_A} \quad (\text{molécules}/cm^2)$$

(2) $d = \frac{F_0 \sigma}{e} \times \frac{1}{\sigma} = \frac{F_0}{e} \sim 2 \times 10^{11}\ cm^{-2}/s$.

(2) $t = \frac{n}{d} = \frac{1}{\sigma_A} \frac{e}{F_0} \sim 2{,}8 \times 10^5$ s.

+2 question 5.