Vejl opg. Fys i det 21. århundrede

1.

Stjernen CW Leonis

a) $T = 8{,}0 \cdot 10^{8}\,\mathrm{K}$

$$E_{kin} = \frac{3}{2} k_B \cdot T = \frac{3}{2} \cdot 1{,}381 \cdot 10^{-23} \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} \cdot 8{,}0 \cdot 10^{8}\,\mathrm{K}$$

$$= \underline{\underline{1{,}66 \cdot 10^{-14}\,\mathrm{J}}}$$

b)

$${}^{12}_{6}C + {}^{12}_{6}C \rightarrow {}^{23}_{11}Na + {}^{1}_{1}p$$

Ladningsbevarelse og Nukleontalbevarelse ⇒ udsendelse af proton

Q - værdi	2 × masse ^{12}C	2 × 12,000000000	u
	- proton's masse	1,00727647	u
	- ^{23}Na's masse	22,989768	u
	Δm (massetab)	0,00295553	u

$$Q = -\Delta m \cdot c^2 = \underline{\underline{4{,}41083 \cdot 10^{-13}\,\mathrm{J}}}$$

$$\left(0{,}00295553\,\mathrm{u} \times 1{,}4924 \cdot 10^{-10}\,\mathrm{J} \right)$$

↑ $1\,\mathrm{u} \cdot c^2$ står i formelsamling!

2. Protonstjerne

a) $T = 3{,}9 \cdot 10^3\ K$ Find λ med størst intensitet.

$$\lambda_{maks} = \frac{2{,}898 \cdot 10^{-3}\ m \cdot K}{3{,}9 \cdot 10^3\ K} = \underline{\underline{743\ nm}}$$

b) Udstrålet effekt $P = 3{,}5 \cdot 10^{28}\ W$

$$L = A \cdot \sigma \cdot T_{eff}^4 = 4\pi r^2 \sigma T_{eff}^4 \quad \Updownarrow$$

$$r = \sqrt{\frac{L}{4 \cdot \pi \cdot \sigma \cdot T_{eff}^4}}$$

$$= \sqrt{\frac{3{,}5 \cdot 10^{28}\ W}{4 \cdot \pi \cdot 5{,}67 \cdot 10^{-8} \cdot (3{,}9 \cdot 10^3\ K)^4}} = \underline{\underline{1{,}457 \cdot 10^{10}\ m}}$$

c) På et år er den relative sammentrækning lille hvorfor $P_{udstrålet} \simeq$ konstant.

$$\Delta E_{term} = \Delta E_{udstrålet} = P \cdot \Delta t =$$

$$3{,}5 \cdot 10^{28}\ W \cdot 365\ dage \cdot 24\ h \cdot 60\ min/h \cdot 60\ s/min = \underline{\underline{1{,}104 \cdot 10^{36}\ J}}$$

3. Stjernedannelse

$$r = 1{,}25 \text{ lysår} = \overbrace{9{,}46 \cdot 10^{15}\,m}^{1 \text{ lysår i m}} \times 1{,}25 = 1{,}18259 \cdot 10^{16}\,m$$

a)

$$\text{masse af gasskyen} = V \cdot \rho = \frac{4}{3}\pi r^3 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-18}\,kg/m^3$$

$$= \underline{\underline{1{,}11 \cdot 10^{31}\,kg}}$$

Svarende til $\dfrac{1{,}11 \cdot 10^{31}\,kg}{1{,}989 \cdot 10^{30}\,kg} = \underline{\underline{5{,}6 \text{ gange solens masse}}}$

Solens masse

b) Jeg vælger at se på $1\,m^3$ af gasskyen

$$N = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-18}\,kg}{2{,}45\,u \cdot 1{,}6605 \cdot 10^{-27}\,kg/u} = 3{,}934 \cdot 10^{8} \text{ partikler}$$

$$P \cdot V = N \cdot k_B \cdot T \Leftrightarrow P = \frac{N \cdot k_B \cdot T}{V}$$

$$= \frac{3{,}934 \cdot 10^{8} \cdot 1{,}381 \cdot 10^{-23}\,\frac{J}{K} \cdot 11\,K}{1\,m^3} = \underline{\underline{5{,}97 \cdot 10^{-14}\,Pa}}$$

Opgave 4. Solen

$\rho = 1{,}5 \cdot 10^5\ kg/m^3$, $T = 1{,}57 \cdot 10^7\ K$

Solpartiklers gennemsnitsmasse $0{,}62\ u$

a)

Idet solen betragtes som en idealgas:

Antal partikler pr m^3: $N = \dfrac{1{,}5 \cdot 10^5\ kg/m^3}{0{,}62u \cdot 1{,}6605 \cdot 10^{-27}\ kg/u}$

$= 1{,}457 \cdot 10^{32}$ partikler pr m^3

$$P \cdot V = N \cdot k_B \cdot T \Rightarrow P = \frac{N \cdot k_B \cdot T}{V}$$

$$P = \frac{1{,}457 \cdot 10^{32} \cdot 1{,}381 \cdot 10^{-23}\ \frac{J}{K} \cdot 1{,}57 \cdot 10^7\ K}{1\ m^3} = \underline{\underline{3{,}16 \cdot 10^{16}\ Pa}}$$

b) Under sammentrækningen antages viralsætningen at være opfyldt idet $\frac{1}{2}E_{pot} = -E_{kin}$ må det gælde at den samlede udstrålede energi $= \Delta E_{kin}$ idet halvdelen af den udløste potentielle energi går til opvarmning og resten bliver udstrålet.

I den følgende udregning antages det at alle partikler i solen har gennemsnitsmassen 0,62u $\langle m \rangle$ samt at hele solen har samme temperatur.

$$\Delta E_{kin} = E_{kin,slut} - E_{kin,start}$$

$$= \frac{M_{sol} \cdot 2}{\langle m \rangle \cdot 3} k_B \cdot T_{slut} - \frac{M_{sol} \cdot 2}{\langle m \rangle \cdot 3} k_B T_{start}$$

$$\Delta E_{kin} = \frac{1{,}989 \cdot 10^{30} kg}{0{,}62u \cdot 1{,}6605 \cdot 10^{-27} kg/u} \cdot \frac{3}{2} \cdot 1{,}381 \cdot 10^{-23} J/K \cdot (6 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^4) K$$

$$= 2{,}389 \cdot 10^{41} J$$

Gennemsnitlig lysstyrke

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{2{,}389 \cdot 10^{41} J}{30 \cdot 10^6 år \cdot 365\, dage/år \cdot 24\, h/dag \cdot 60\, min/h \cdot 60\, s/min}$$

$$= 2{,}525 \cdot 10^{26} W$$

Den udstrålede effekt er lavere end solen's udstrålede effekt $3{,}846 \cdot 10^{26}$ W. Det skyltes at den udstrålede effekt er væsentlig lavere i starten.

5. Verdens største ballon

a) ballonposen's masse:

$$m = V \cdot \rho = 5{,}5 \cdot 10^4 m^2 \cdot 0{,}095 \cdot 10^{-3} m \cdot 960\ kg/m^3$$

$$= \underline{\underline{5016\ kg}}$$

Ved overflade

$T_1 = 15^0 C = 288{,}15 K$, $P_1 = 101\ kPa$ $V = 5300\ m^3$

i 40 km's højde

$T_2 = -25^0 C = 248{,}15 K$, $P_2 = 385\ Pa$

Idet He tilnærmelsesvist opfører sig som en idealgas:

$$P \cdot V = nRT \Leftrightarrow n = \frac{P \cdot V}{RT}$$

$$\Updownarrow$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$V_{40km} = \frac{\frac{P_1 \cdot V_1}{R T_1} \cdot R \cdot T_2}{P_2}$$

$$\frac{\frac{101 kPa \cdot 5300 m^3}{R \cdot 288{,}15 K} \cdot R \cdot 248{,}15 K}{385\ Pa} = \underline{\underline{1{,}197 \cdot 10^6\ m^3}}$$