杨雨函. 20200111219.

1. 辐射总功率 $P_{总}=4\pi r^2 p$, $r=1.496\times10^{11}m$.

$\simeq 3.937\times10^{26}W$

(2)

$M_{日}=1.989\times10^{30}kg$.

假设太阳全是质子, $N=\frac{M_{日}}{M_H}N_A\simeq 1.199\times10^{57}$个.

反应 $4p\longrightarrow {}^4He+2e^++2\nu_e+26.7MeV$.

则太阳一共可以放出的能量: $E=\frac{N}{4}\times 26.7MeV\simeq 8.003\times10^{57}MeV$.

可以维持的时间为 $t=\frac{E}{P}\approx 3.252\times10^{18}s\simeq 1\times10^{11}a$.

2. 照射时间取 $T=8h$. 转换效率 $\alpha\simeq 20\%$. 设每人需要的面积为 S.

$P\cdot T\cdot S\cdot\alpha=52kWh$.

$\rightarrow S=23.21m^2$.

3. 电子简并压 $P=\frac{2}{3}\frac{NE}{V}$, $E=\frac{\hbar^2k^2}{2m}$, $k=\frac{2\pi}{\lambda}$.

$\rightarrow P_1=\frac{(3\pi^2)^{2/3}\hbar^2}{5m_e}\rho_N^{5/3}=K\cdot(\frac{N}{V})^{5/3}$. 假设太阳全由H构成, 只有1个电子. 则 $P_1=K\cdot(\rho\cdot N_A\cdot10^3)^{5/3}$.

在 r 处的引力压强 Δp, $\Delta p\cdot4\pi r^2=\frac{G\cdot M\cdot\Delta m}{r^2}$, $\Delta m=4\pi r^2\cdot\Delta r\cdot\rho$, $M=\frac{4}{3}\pi r^3\rho$.

$\rightarrow\Delta p=\frac{4}{3}\pi G\rho^2 r\Delta r$

内部总压强 $P_2=\int_0^R\Delta p=\frac{2}{3}\pi G\rho^2R^2$.

氢聚变 $T\geq 7\times10^6K$.

$P_3=nkT$, $n=\frac{\rho}{m}=\frac{\rho}{1}\cdot N_A=\rho\cdot N_A\cdot10^3$

$=\rho\cdot N_AkT\cdot10^3$

$P_2=P_3$: $\frac{2}{3}\pi G\rho R^2=N_AkT\cdot10^3\rightarrow\frac{GM}{2R}=N_AkT\cdot10^3$

$P_1=P_2\cdot\frac{2}{3}\pi G\rho^{1/3}R^2=K\cdot N_A^{5/3}\cdot10^5\longrightarrow\frac{2}{3}\pi G\frac{M^{1/3}}{(\frac{4}{3}\pi)^{1/3}}\cdot\frac{GM}{2N_AkT\cdot10^3}=K\cdot N_A^{5/3}\cdot10^5$

$\longrightarrow M^{4/3}=2K\cdot N_A^{8/3}\cdot kT\cdot\frac{3}{2\pi}\cdot G^{-2}\cdot(\frac{4}{3}\pi)^{1/3}\cdot10^8$

$M=(2K)^{3/4}\cdot N_A^2\cdot(kT)^{3/4}\cdot(\frac{3}{2\pi})^{3/4}\cdot G^{-\frac{3}{2}}\cdot(\frac{4}{3}\pi)^{1/4}\cdot10^6\simeq10^{29}kg$.

$\simeq 0.08M_{日}\approx1.6\times10^{29}kg$.