Questão 1

a)

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V} \quad \& \quad C_P = C_V + R$$
$$\gamma = \frac{C_V + R}{C_V} = 1 + \frac{R}{C_V}$$
$$C_V = \frac{R}{\gamma - 1} = \frac{R}{0,5} = 2R = 16,6\text{J}/\text{mol}\cdot\text{K}$$

b)

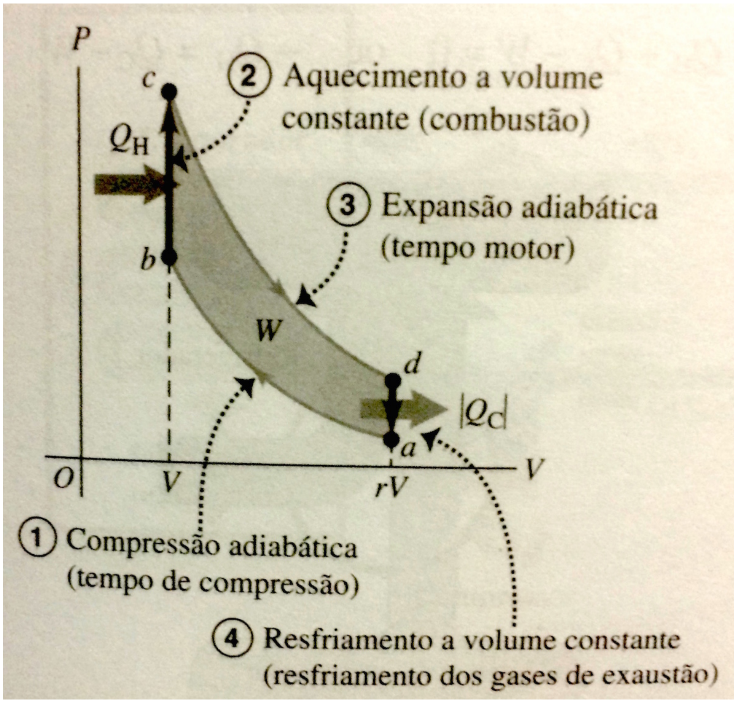
Durante uma compressão adiabática ocorre o aumento de temperatura. Se a temperatura final for superior a 500^oC, o tanque não aguentará. Para processos adiabáticos vale $TV^{\gamma-1} = $ cte.. Assim:

$$T_i V_i^{\gamma-1} = T_f V_f^{\gamma-1}$$
$$T_f = T_i \left(\frac{V_i}{V_f}\right)^{\gamma-1} = 300\left(\frac{9}{1}\right)^{0,5} = 900K = 627^oC > 500^oC$$

Logo não poderiamos fazer a compressão de forma adiabática.

Questão 2

a)



b)

I.

$$Q = 0 \quad \& \quad \Delta U = -W$$
$$\Delta U = nC_V \Delta T = nC_V (T_B - T_A) = 2R \cdot 900 = 1800R = 14940J = -W$$

II.
$$W = 0 \quad \& \quad \Delta U = Q = 6640J$$

Vamos aproveitar e encontrar T_C:

$$6640 = \Delta U = nC_V(T_C - T_B) = 2R(T_C - 1200K) \quad \to \quad T_C = \frac{6640}{2 \cdot 8,3} + 1200 = 400 + 1200 = 1600K$$

III.

$$Q = 0 \quad \& \quad \Delta U = -W$$
$$\Delta U = nC_V\Delta T = nC_V(T_D - T_C) = -2R \cdot 1200 = -2400R = -19920J = -W$$

IV.

$$W = 0 \quad \& \quad \Delta U = Q = nC_V(T_A - T_D) = -2R \cdot 100 = -200R = -1660J$$

Para concluir:

	Q	W	ΔU
I.	0	-14940J	14940J
II.	6640J	0	6640J
III.	0	19920J	-19920J
IV.	-1660J	0	-1660J
Total	4980J	4980J	0

Questão 3

a)

O processo I. é adiabático. Então:

$$T_B V_B^{\gamma-1} = T_A V_A^{\gamma-1}$$

Mas $r = \frac{V_A}{V_B} \to V_A = rV_B$ e então:

$$T_B V_B^{\gamma-1} = T_A (rV_B)^{\gamma-1}$$
$$r^{\gamma-1} = r^{0,5} = \frac{T_B}{T_A} = 4 \quad \to \quad r = 4^2 = 16$$

b)
$$e = \frac{W_T}{Q_q} = \frac{4980}{6640} = 0,75 = 75\%$$

Este ciclo é igual ao ciclo Otto, então também poderia ser utilizado $e = 1 - \frac{1}{r^{gamma-1}} = 1 - \frac{1}{4} = 0,75$.

c)
$$e_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_A}{T_C} = 1 - \frac{300}{1600} \approx 0,81$$

A maior eficiência possível entre estas duas temperaturas é a eficiência de uma máquina de Carnot. Não é possível existir uma máquina térmica com eficiência maior no mesmo intervalo de temperaturas, logo o astronauta desconhecido está mentindo e você deve se proteger!

Questão 4

a)

I. $Q = 0 \rightarrow \Delta S = 0$

II.

$$\mathrm{d}S = nC_V \frac{\mathrm{d}T}{T}$$

$$\Delta S = nC_V \ln \frac{T_C}{T_B} = 2R\ln\frac{1600}{1200} = 2R\ln\frac{4}{3} \approx 0,6R = 4,98J/K$$

III. Também $\Delta S = 0$

IV.

$$\Delta S = 2R\ln\frac{T_A}{T_D} = 2R\ln\frac{300}{400} = -2R\ln 43 \approx -0,6R = -4,98J/K$$

Total $\Delta S_{\text{tot}} = 0$

b)

Só há troca de calor com o meio externo durante o processo IV., já que o processo I. e III. são adiabáticos e no processo II. o calor trocado vem da combustão e não de fonte externa. E como esta troca de calor se dá a temperatura constante (do meio externo), podemos calcular simplesmente:

$$\Delta S = \frac{-Q_{IV}}{T_A} = \frac{1660}{300} = 5,53J/K = \frac{2}{3}R$$

c)

$$\Delta S_T = \Delta S_g + \Delta S_e + \Delta S_c = 0 + \frac{2}{3}R + \frac{1}{6}R = \frac{5}{6}R = 6,92J/K \tag{1}$$

d) (Desafio)

$$S = k_B \ln w \quad \rightarrow \quad \Delta S = k_B \ln \frac{w_F}{w_I} = \frac{5}{6}R$$

$$\ln\frac{w_F}{w_I} = \frac{5}{6}\frac{R}{k_B} = \frac{5}{6}N_A \approx 5\cdot 10^{23}$$

$$\frac{w_F}{w_I} = e^{5\cdot 10^{23}}$$