

Thermodynamica

Bespreking proefexamen

Liesbeth Volckaert, 2020 - 2021

Vraag 1

1 Uitzetten of inkrimpen

We dompelen 2 kg koper, met een soortelijke warmte gelijk aan $c_k = 0.386 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ en een lineaire uitzettingscoëfficiënt $\alpha = 1.68 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, in een bad met 10 kg water (soortelijke warmte gelijk aan $c_w = 4.19 \text{ J/g}\cdot\text{K}$). Het koper heeft in het begin een temperatuur $T_k = 600 \text{ K}$, en het water $T_w = 300 \text{ K}$.

- a) Wat is de eindtemperatuur wanneer ze evenwicht bereiken? $T_f = 305,43 \text{ K}$
- b) Als het koper in het begin een volume $V_0 = 0.625 \text{ dm}^3$ inneemt, wat zal het eindvolume zijn van het koper? Gebruik een eerste orde benadering voor de volumetrische uitzettingscoëfficiënt β in termen van α , en neem aan dat β niet afhangt van de temperatuur in dit proces. $V = 0,616 \text{ dm}^3$
- c) Wat is de entropie productie van dit proces? Verwaarloos hierbij de volumeveranderingen van het water en het koper. $\Delta S_{tot} = +231 \text{ J/K}$

Vraag 2

2 Vreemde motortjes

Beschouw twee motoren die werken elk op 2.0 mol van een ideaal gas. Voor beide motoren wordt het gas bij een constante druk van 3.0 bar (punt A) opgewarmd van $300\text{ }^\circ\text{C}$ tot $450\text{ }^\circ\text{C}$ (punt B) en vervolgens afgekoeld bij constant volume naar punt C_1 resp. C_2 . Bij motor 1 wordt de temperatuur van C_1 zo gekozen dat er adiabatisch teruggekeerd kan worden naar punt A , terwijl voor motor 2 de temperatuur zo gekozen wordt dat er vanuit punt C_2 isotherm teruggekeerd kan worden naar punt A . Gegeven zijn de molaire warmtecapaciteiten $c_p = 2.5 R$ en $c_v = 1.5 R$. De gas constante $R = 8.31\text{ J/K}\cdot\text{mol}$, maar je kan ook besluiten alles in termen van R op te schrijven. Je mag veronderstellen dat de processen reversibel gebeuren.

a) Geef de temperatuur op punt C voor beide motoren. $T_{C_1} = 491\text{ K}$ $T_{C_2} = 573\text{ K}$

b) Teken het $P - V$ -diagram voor beide motoren in een figuur zodat duidelijk de verschillen tussen beide motoren gezien kunnen worden. Doe het zelfde voor het $S - T$ diagram. Duid de waardes op de punten A , B , C_1 en C_2 aan in de diagrammen.

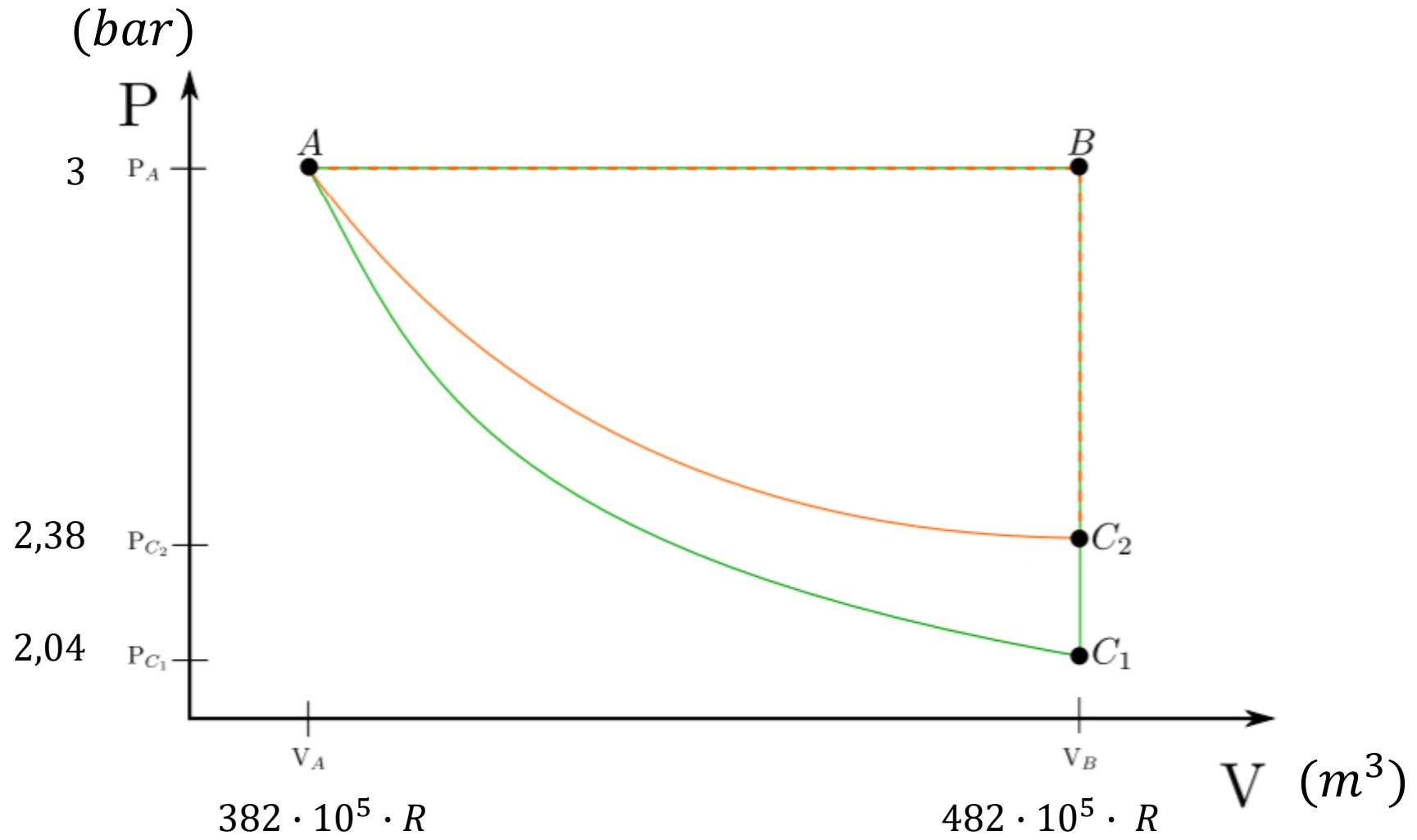
c) Bereken de door de motoren geleverde arbeid. Welk proces heeft de voorkeur als het een snelwerkende motortje moet zijn en welke als het een efficiënte motor moet zijn?

$$W_{cycl,1} = 54 \cdot R$$
$$W_{cycl,2} = 34 \cdot R$$

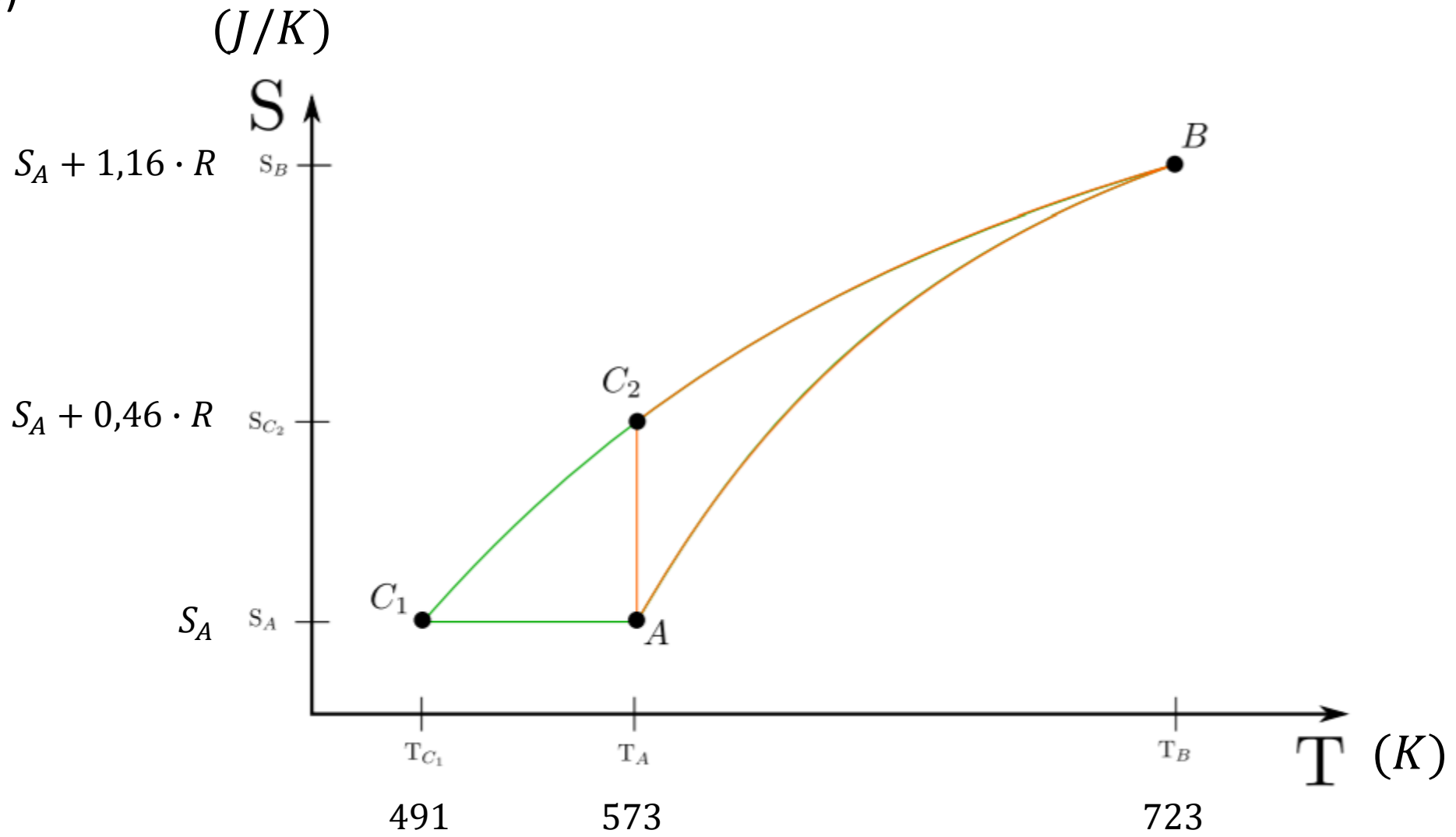
allebei motor 1

d) Met wat voor gas hebben we te maken (monoatomisch of diatomisch)? Is de arbeid geleverd door de motoren groter voor een diatomisch of een monoatomisch gas?

b)



b)



Vraag 3

3 Nieuwe materie

De toestandsvergelijking van een nieuw soort materie is

$$PV = AT^3, \quad (3.1)$$

waar A een constante is. De interne energie is gegeven door

$$U = BT^n \ln \frac{V}{V_0} + f(T), \quad (3.2)$$

B , n en V_0 zijn constanten en $f(T)$ hangt enkel af van de temperatuur. Vind B en n .

$$B = 2A \quad \text{en} \quad n = 3$$

Vraag 4

4 De zin of onzin van pasta met zout

Bij het koken van pasta doen veel mensen een beetje zout in het water. Heeft dit een significant effect op de kooktemperatuur? Geef een numerieke schatting van de nieuwe kooktemperatuur.

$$T - T_0 = \frac{N_B k_B T_0^2}{L} = \frac{n_B R T_0^2}{L} \quad \text{vb :} \quad \approx \frac{0,1 \cdot 8,31 \cdot 373^2}{5 * 2256000} \cdot 2 \approx 0,02^\circ\text{C}$$

