

TENTAMEN I STATISTISK TERMODYNAMIK MED TILLÄMPNINGAR, FMFF05

2018-08-30 kl 14.00–19.00 i H421

För full poäng krävs fullständiga lösningar. Svar anges som analytiska uttryck av storheter definierade i vardera uppgift (välkända konstanter som c och π får självklart användas) eller som numeriska värden med enheter. *Hjälpmedel: Formelsamling, miniräknare och tips under uppgifterna.*

1. Besvara följande korta teorifrågor (inga uträkningar kvävs).
 - a) (1p) Vad menas med begreppet entalpi, H ?
 - b) (1p) Hur ändras entropin, S , i ett system vid konstant temperatur, T_0 , då värme, Q , tillförs via en kvasistationär process?
 - c) (1p) Hur ändras entropin, S , i en irreversibel process?
 - d) (1p) Definiera värmekapaciteten, C_P , mätt vid konstant tryck, P .

2. Entropin för en ideal gas av atomer är

$$S = k \ln[F(N)] + Nk \ln(V) + \frac{3Nk}{2} \ln(U).$$

- a) (2p) Förklara kortfattat ingående storheter: k, F, N, V, U .
 - b) (2p) Härled relationen mellan U och temperaturen, T .
3. Under kursen har en laboration utförts för att studera värmemotorer.
 - a) (2p) Beskriv kortfattat hur Stirlingmotorn fungerar genom att rita dess kretsprocess i ett PV -diagram och kommentera samtliga delar av processen.
 - b) (2p) Använd termodynamikens huvudsatser för att härleda Carnot verkningsgraden för en värmemotor, $\eta_{\text{Carnot}} = 1 - T_l/T_h$.
 4. Ett kilogram vatten med temperatur 100°C sätts i kontakt med en värmereservoir med temperatur 0°C . I denna uppgift ska vi studera processen då temperaturen på vattnet minskar till 0°C .
 - a) (1p) Hur stor värmemängd, Q , avger vattnet?
 - b) (1p) Hur mycket ändras vattnets entropi, S ?
 - c) (1p) Hur mycket ändras det totala systemets entropi, S_{total} ?

5. En gas av N molekyler är i jämvikt med omgivningen med temperatur, T . Molekylerna är tvåatomiga och kan exciteras genom vibration. Energitillstånden hos de vibrerande molekylerna beskrivs av

$$E_n = A(n + 1/2), \quad (1)$$

där A är en konstant och $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ beskriver det kvantmekaniska vibrationstillståndet hos en molekyl.

- (2p) Beräkna sannolikheten att vibrationstillståndet n med energi ϵ_n är besatt för en molekyl i gasen.
- (2p) Vad är vibrationsenergens medelvärde för hela gasen?

Tips: Den geometriska summan ges av $\sum_{n=0}^{\infty} x^n = \frac{1}{1-x}$, om $|x| < 1$.

6. En dieselmotor arbetar omgiven av luft vid rumstemperaturen 20°C . Det maximala kompressionsförhållandet är 16 och processens högsta temperatur är 1900°C .

- (1p) Ange för vilken av punkterna i processen (1,2,3,4 i figuren nedan) som temperaturen är högst respektive lägst. Motivera ditt svar.
- (1p) Beräkna temperaturen i processens resterande punkter.
- (2p) Beräkna verkningsgraden för processen.

Tips: Luft kan approximeras som en ideal gas av två-atomiga molekyler.

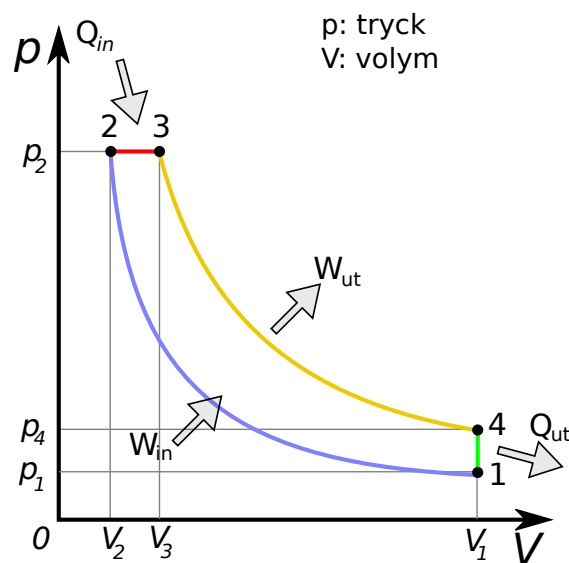


Fig: PV-diagram för dieselmotorn.

Lycka till!
/ Marcus Dahlström