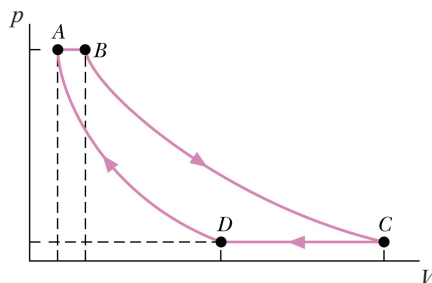


PHYS-A5120 Termodynamik tentamen 7.12.2015

1. Ett cylindrisk litet ämbär utan lock är 25,0 cm högt och har en diameter på 10,0 cm. Ett cirkulärt hål har borrats mitt i ämbärets botten, hålet har en area på 1,50 cm<sup>2</sup>. Vatten strömmar ner i ämbaret från en kran ovanför med volymflödet  $2,40 \cdot 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s. Hur högt kommer vattnet att stiga i ämbaret?
2. En teknolog, som deltar i Teknologföreningens sommarfest på sportstugan i Noux, är lite oförsiktig då han blandar sin drink på bryggan och råkar tappa en isbit med massan 12 g och temperaturen -10,0 °C i sjön. I sitt uppspelta tillstånd blir han orolig att han rubbat balansen i universum och entropin i universum kommer att minska. Hjälpa den stackars teknologen och visa att universums entropiförändring, dvs. förändringen i entropin för systemet sjö-isbit, är större än noll då isbiten kommit i termisk jämvikt med sjön. Du kan anta att sjön har temperaturen 15 °C och att temperaturen inte ändras under processen, då massan för vattnet i sjön är mycket större än massan för isbiten.  
*Specifika värmekapaciteten för vatten är 4,19 kJ/kg·K, specifika värmekapaciteten för is är 2,22 kJ/kg·K och smältvärmets för is 333 kJ/kg.*
3. Nedanstående  $pV$ -diagram visar den ideala Brayton-cykeln, som bl.a. beskriver funktionen hos en jetmotor i ett flygplan. Processerna  $A \rightarrow B$  och  $C \rightarrow D$  är isobariska. Processerna  $B \rightarrow C$  och  $D \rightarrow A$  är adiabatiska. Anta att substansen i systemet är en idealgas.  
(a) Kopiera nedanstående tabell till ditt svarspapper och märk i +, - eller 0 beroende på om storheterna i första huvudsatsen eller entropiförändringen i delprocesserna ökar, minskar eller förblir oförändrade. (4p)

	$\Delta E_{int}$	$Q$	$W$	$\Delta S$
$a \rightarrow b$				
$b \rightarrow c$				
$c \rightarrow d$				
$d \rightarrow a$				

- (b) Motivera dina teckenval i (a). (2p)



Figur 1:  $pV$ -diagram, uppgift 3 och 4.

4. (a) Visa att verkningsgraden för en jetmotor ges av:

$$\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{p_A}{p_D}\right)^{(\gamma-1)/\gamma}},$$

då substansen är en idealgas och motorn fungerar enligt Brayton-cykeln. I ovanstående ekvation är faktorn  $\gamma$  adiabatkonstanten. (4p)

(b) Då jetmotorn utvecklades för ca 60 år sedan var kompressionsförhållandet (dvs. tryckförhållandet) ca 15. I dagens motorer har detta värde ökat till ca 40. Hur mycket har jetmotorns verkningsgrad förbättrats under denna tidsperiod? Du kan anta att substansen i cykeln är en två-atomig idealgas med fem frihetsgrader. (2p)

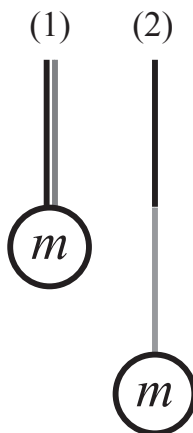
VÄND

5. En stål- (i figuren svart,  $E_S = 200 \text{ GN/m}^2$ ) och en aluminiumvajer (i figuren grå,  $E_A = 70 \text{ GN/m}^2$ ) har samma längd  $L = 1,5 \text{ m}$  och samma radie  $r = 0,5 \text{ mm}$ . En tyngd, med massan  $m = 5,0 \text{ kg}$ , upphängs i vajrarna på två olika sätt, se figuren. I sätt (1) fästs de två vajrarna i samma punkt på tyngden och i samma upphängningspunkt. I sätt (2) kopplas vajrarna ihop och tyngden hängs i den sammansatta vajerns aluminium ända. Tyngden får hänga fritt från vajrarna. Anta att vajrarnas massa är liten i jämförelse med tyngdens.

(a) Vilket/vilka av följande påståenden är sanna/falska för de två situationerna? Du behöver inte motivera ditt svar. (3p)

- (i) Aluminiumvajern kommer att töjas lika mycket som stålvajern i fall (1).
- (ii) Aluminiumvajern kommer att töjas lika mycket som stålvajern i fall (2).
- (iii) Töjningen i fall (2) ändrar, om ordningsföljden på vajrarna ändras.
- (iv) Spännkraften i de båda vajrarna är större i fall (2) än i fall (1).
- (v) Spännkraften i de båda vajrarna är lika stora i fall (1).
- (vi) Spännkraften i de båda vajrarna är lika stora i fall (2)

(b) Bestäm töjningen i de två vajrarna *i antingen fall (1) eller fall (2)*. Se till att ditt val framgår ur din lösning! (3p)



Några konstanter:  $T_0 = -273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ,  $k_B = 1,381 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ ,  
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ,  $R = 8,3143 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ ,  $p_0 = 101325 \text{ Pa}$ .

Skriv ditt studentnummer, ditt namn, kandidatprogram, kurskod och datumet för tenten på varje provpapper.