

**PHYS-A5120 Termodynamik tentamen 16.12.2016**

Förutom skrivdon och räknare får HANDSKRIVNA anteckningar på vitt papper medtas till tentillfället. Anteckningarna skall lämna upp tillsammans med tentsvaren. Kom ihåg att skriva ditt namn även på anteckningarna!

1. Ett cylindrisk litet ämbar utan lock är 25,0 cm högt och har en diameter på 10,0 cm. Ett cirkulärt hål har borrats mitt i ämbarets botten, hålet har en area på  $1,50 \text{ cm}^2$ . Vatten strömmar ner i ämbaret från en kran ovanför.
  - (a) Hur stort måste vattenflödet ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) från kranen minst vara för att vatten skall börja rinna över ämbarets kanter? (4p)
  - (b) Då ämbaret är fullt stängs kranen och ett lufttätt lock sätt på ämbaret, så att en liten luftficka blir kvar under locket. Förklara kvalitativt men motiverat hur flödet av vatten ut ur hålet förändras efter att locket satts på. (2p)

*GÖR ANTINGEN FALL (a) ELLER FALL (b) I UPPGIFT 2. Notera att fallen har olika maxpoäng.*

2. (a) En idealgas tas från ett tillstånd  $i$  ( $p_i, V_i$ ) till ett tillstånd  $f$  ( $p_f, V_f$ ) efter två olika reversibla processer: (1) en isotermisk kompression och (2) en adiabatisk process + en isobarisk process.
  - (i) Skissera de två processerna (1) och (2) i ett  $pV$ -diagram och ett  $ST$ -diagram.
  - (ii) Redogör för hur värmeöverföringarna mellan idealgasen och omgivningen förhåller sig till varandra i de två processerna på basen av de två diagrammen. (6p)
- (b) En vätska har specifika värmekapaciteten  $c = 1,2 \text{ kJ/kgK}$  och förångningsvärmem  $21 \text{ kJ/kg}$ . Kokpunkten för vätskan är  $203 \text{ K}$ . Vätskan uppvärms från temperaturen  $150 \text{ K}$  och därefter förångas den. Hur mycket förändras entropin för substansen (vätska/gas) i processen (uppvärmning + förångning)? (4p)
3. En cyklisk process består av följande steg:  $a \rightarrow b$  en isobarisk expansion vid trycket  $p_1$  där temperaturen ökar från  $T_1$  till  $T_2$ ;  $b \rightarrow c$  en isotermisk process där trycket ökar från  $p_1$  till  $p_2$ ;  $c \rightarrow d$  en isobarisk kompression vid trycket  $p_2$  där temperaturen minskar från  $T_2$  till  $T_1$ ;  $d \rightarrow a$  en isotermisk process där trycket minskar från  $p_2$  till  $p_1$ . Substansen i systemet är en enatomig idealgas.
  - (a) Rita processen i ett  $pV$ -diagram. (1p)
  - (b) Kopiera nedanstående tabell till ditt svarspapper och märk i +, - eller 0 beroende på om storheterna i första huvudsatsen i delprocesserna ökar, minskar eller förblir oförändrade. (3p)

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

(c) Motivera dina teckenval i (b). (2p)

4. Den ideala Ottoprocessen, som approximativt beskriver funktionen av en bensinmotor, består av en adiabatisk kompression ( $a \rightarrow b$ ), en isokorisk förbränning ( $b \rightarrow c$ ), en adiabatisk expansion av gasen ( $c \rightarrow d$ ) och av en isokorisk avkylning ( $d \rightarrow a$ ).
  - (a) Rita processen i ett  $pV$ -diagram. (1p)
  - (b) Visa att verkningsgraden för processen är

$$1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}},$$

där  $r = V_a/V_b$  är kompressionförhållandet och  $\gamma$  är adiabatkonstanten. (4p)

(c) Bestäm verkningsgraden då  $\gamma = 1,4$  och kompressionförhållandet  $r = 6,7$ . (1p)

*Anta att substansen i processen uppför sig som en idealgas.*

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 tvärsnittsradie  $r = 0,5 \text{ mm}$ . 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 massor är små i jämförelse med tyngdens.

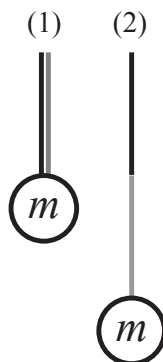
(a) Svara kort men motiverat på följande frågor. (3p)

(i) I vilket fall kommer aluminium vajern att töjas mera?

(ii) Vilken vajer, aluminum eller stål, töjs mera i fall (2)?

(iii) I vilket fall är spännkraften i stålvajern störst?

(b) Bestäm töjningen i de två vajrarna i fall (1). (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.*