

## Tentamen i fysik för C och D – Termodynamik – 2011-12-13 kl 14-19

Hjälpmedel: TeFyMa eller motsvarande tabell, institutionens formelblad (delas ut på tentan) samt godkänd miniräknare.

Instruktioner: Varje uppgift ger max 4 poäng efter helhetsbedömning. Logiskt uppställda, renskrivna och väl motiverade lösningar med tydligt motiverade svar krävs.

**Varje uppgift ska lösas på ett separat papper, baksidorna får inte användas.**

Lösningar och tentamensresultat kommer på hemsidan.

Gör ett antagande om svar på föregående deluppgift om du inte löst den och om svaret behövs för att lösa nästa.

1. En villa har direktverkande el för uppvärmning. Ägaren funderar på att installera en luft-till-luft värmepump. En sådan värmepump tar energi från utomhusluften och avger energi till inomhusluften.
  - a) Vid utomhustemperatur  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  och inomhustemperatur  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  är villans värmebehov  $3,0\text{ kW}$  och värmepumpen har värmefaktorn  $3,0$ . Beräkna värmepumpens effektförbrukning!
  - b) Antag att värmepumpen är igång 8 månader per år vid givna temperaturer. Vad blir då den årliga besparingen om elpriset är  $1\text{ kr/kWh}$ ?
  - c) Rita ett pV-diagram över Carnotcykeln för en värmepump! Markera cykelns riktning och insidan av huset i diagrammet!
  
2. En ideal tvåatomig gas med trycket  $2,0\text{ atm}$  och temperatur  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  genomgår en termodynamisk process där volymen dubblas. Vad blir sluttrycket och sluttemperaturen om processen är:
  - a) isobar?
  - b) isoterm?
  - c) adiabatisk?
  - d) Skissa processerna i ett pV-diagram! Markera riktning och om värme upptas/avges!
  
3. Två uppgifter utan samband:
  - a) Glödtråden i en rumslampa på  $60\text{ W}$  är  $10\text{ cm}$  lång och har diametern  $0,2\text{ mm}$ . Beräkna glödtrådens temperatur (emissionstalet  $\epsilon = 1$ ).
  - b) En vinterdag är utomhustemperaturen  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  och den relativa luftfuktigheten  $60\%$ . Vad blir den relativa luftfuktigheten inomhus vid temperatur  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  om ventilationen i ett hus fungerar på så sätt att utomhusluft bara tas in och värms upp?



4. Värmetransporten genom ett tak med area  $120 \text{ m}^2$  är  $600 \text{ W}$  (utan snö) vid en temperatur på  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  inne och  $-5 \text{ }^\circ\text{C}$  ute. Efter ett snöfall täcks taket med snö (värmeledningsförmåga  $0,15 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ) och temperaturerna är oförändrade. Bortse från konvektion, dvs yttemperaturerna sätts lika med lufttemperaturerna.



- Vad är takets termiska resistans före snöfallet?
- Vid vilken minsta tjocklek på snötäcket finns risk att istappar bildas, dvs snön närmast taket smälter, vatten rinner mellan tak och snö och fryser sedan till is?

5. Bilden kommer från ett solkraftverk i Mojave öknen. De paraboliska reflektorerna följer solen och riktar solstrålning mot den varma sidan av en Stirlingmotor som i sin tur driver en elektrisk generator. Stirlingmotorn har väte som arbetsgas och arbetar med ett högsta tryck på  $20 \text{ MPa}$  och ett lägsta på  $3,5 \text{ MPa}$ . Den största volymen under motorns kretsprocess är  $0,8 \text{ l}$  och den minsta  $0,4 \text{ l}$ . Motorn kyls med en fläkt och den kalla sidan håller temperaturen  $350 \text{ K}$ .



- Beräkna Stirlingmotorns verkningsgrad! Det är tillåtet att använda ideala gaslagen trots högt tryck.
  - Parabolerna har en area på  $98 \text{ m}^2$  och solstrålningens intensitet mitt på dagen är  $1,0 \text{ kW}/\text{m}^2$ .  $60 \%$  av solstrålningens energi tas upp av Stirlingmotorn. Beräkna vilken effekt Stirlingmotorn då ger!
6. Ett kopparstycke har massan  $10,0 \text{ kg}$  och temperaturen  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ . Det svalnar till temperaturen  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  på två olika sätt.
- Kopparstycket sänks i en stor bassäng med temperaturen  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Beräkna den totala entropiändringen!
  - Kopparstycket ansluts till en Carnot (ideal) värmemotors varma sida. Den kalla sidan är ansluten till bassängen. Beräkna arbetet som motorn ger då all värmeenergi leds genom motorn?
  - Beräkna den totala entropiändringen i fallet b)!