

Institutt for lærerutdanning

## **Eksamensoppgave FY6014 Varmelære og miljøfysikk**

**Faglig kontakt under eksamen:** Astrid Johansen

**Tlf.:** 918 22 404

**Eksamensdato:** 24.05.2018

**Eksamenstid (fra-til):** kl.09.00 – 14.00 + 15 minutter til skanning og levering

**Tillatte hjelpemidler:** Alle, men besvarelsen skal være et individuelt arbeid.  
Nødvendige faktastørrelser som ikke er oppgitt må kandidaten selv finne fram til.

**Målform/språk:** Bokmål

**Antall sider:** 6

**Antall sider vedlegg:** 0

### **Annen informasjon:**

Besvarelsen leveres i Inspira. Du velger selv om du vil skrive på papir, pc eller en kombinasjon av dette, men det innleverte dokumentet skal være 1 pdf-fil. Dersom besvarelsen din består av både word-dokument(er) og håndskreven besvarelse, skriv ut word-dokumentet og skann det sammen med den håndskrevne besvarelsen til én pdf-fil. Dersom du får problemer med dette, kan alle dokumentene sendes på epost til [videre@ntnu.no](mailto:videre@ntnu.no).

**Vurderingskriterier:** se s.2

**Kontrollert av:**

---

Dato

Sign

## Vurderingskriterier

Ved vurderingen av besvarelsen vektlegges hvordan du viser **egen** kompetanse ved å

- gjøre greie for fysiske fenomener og sammenhenger
- drøfte fysiske problemstillinger og gjøre kvalitative vurderinger
- gjøre rimelige antakelser og presisere forutsetninger
- formidle tydelige resonnementer og begrunne påstander
- gjøre kvantitative beregninger
- formidle fagstoffet på en logisk, presis og oversiktlig måte

Prosentene på hver oppgave indikerer hvor mye den teller i det endelige resultatet for hele denne eksamensoppgaven.

## Oppgave 1 (Vekt 20 %)



Vi ser på ei badstu som har form som en kube med innvendige sidekanter på 3,0 m. Den har vegger, gulv og tak som består av 3,0 cm utvendig og 2,0 cm innvendig panel, med 15 cm isolasjon (glassvatt) i mellom. Det er isolasjon i 90% av flatene, mens de resterende 10% består av stenderverk i tre samme type tre som panelet. Stenderverket er gjennomgående i veggen, slik at man der har 20 cm treverk. Bygningsmetoden er lik for både tak, gulv og vegger.

Vi setter i hele denne oppgaven innetemperaturen til 90°C og utetemperaturen til 0°C.

Oppgitte varmeledningsevner:

- panel og stenderverk:  $\kappa_{\text{tre}} = 0,12 \text{ W/Km}$
- isolasjon (glassvatt):  $\kappa_{\text{g}} = 0,035 \text{ W/Km}$

a) Hva blir det totale varmetapet pga. varmeledning gjennom gulvet, taket og de fire veggene?

På den ene veggen i badstua er det et lite, gammelt vindu. Det er ettlags med tykkelse 4,0 mm og kvadratisk der sidekantene har lengde 20 cm. Glasset har varmeledningsevne 0,80 W/Km.

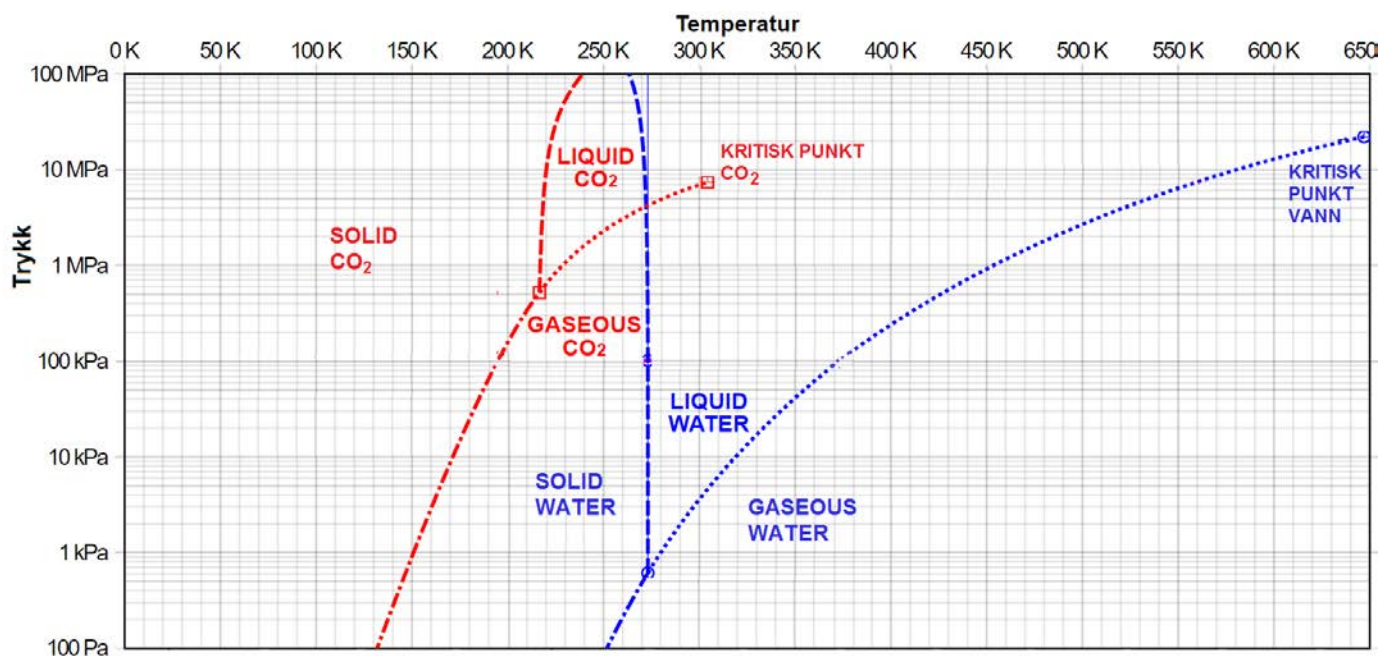
- b) Hvor stor er  $U$ -verdien til vinduet
1. når du bare tar hensyn varmeledning?
  2. når du tar hensyn til både varmeledning og stråling?

c) I en badstu kan kroppens overflate bli utsatt for en varmestrøm på 500 W/m<sup>2</sup>. Vurder hvordan kroppen kan regulere temperaturen slik at det er mulig å oppholde seg i en badstu der temperaturen er 90°C i 20 minutter.

Forklar, gjør rede for forutsetningene du legger til grunn og gjør beregninger.

## Oppgave 2 (Vekt: 15 %)

Under ser du fasediagrammene for vann og karbondioksid tegnet i samme diagram.

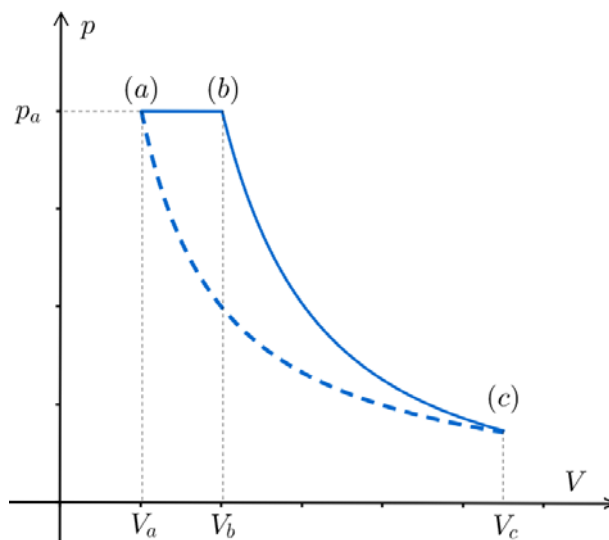


- a)
1. Hvilken informasjon gir disse to fasediagrammene om egenskapene til CO<sub>2</sub> og vann under normale forhold? Forklar hvordan du ser dette.
  2. Hva kan du si om dette om vi hadde vært på Venus sin overflate i stedet?
  3. Hvorfor dannes skyer høyere oppe i atmosfæren?
- b)
- Et brannslukningsapparat inneholder CO<sub>2</sub> ved et trykk på 56 atm. Tegn av hovedtrekk i fasediagrammet og tegn inn prosessen i diagrammet når brannslukningsapparatet brukes. Begrunn.

### Oppgave 3 (Vekt: 35%)

To mol av en enatomig, ideell gass med  $\gamma = 5/3$  gjennomløper de reversible prosessene vist i figuren ved siden av.

Gassen har i starttilstanden volumet  $V_a$  og temperaturen  $T_a$ . Den utvider seg først ved konstant trykk,  $p_a$  til volumet blir dobbelt så stort som startvolumet, i trinn  $a \rightarrow b$ . Deretter gjennomgår gassen en adiabatisk prosess til temperaturen igjen har fått startverdien, i trinn  $b \rightarrow c$ .



- Finn trykk, temperatur og volum i tilstandene b og c uttrykt ved  $p_a$ ,  $V_a$  og  $T_a$ .
- Skriv termodynamikkens første hovedsetning for av delprosessene  $a \rightarrow b$  og  $b \rightarrow c$ . Hvilke regler gjelder for fortegn på de ulike størrelsene?
  - Vis ved beregning at endringen i indre energi fra a til b er  $\Delta U_{ab} = 3RT_a$ . Finn den totale endringen i indre energi for prosessen  $a - b - c$  er. Kommenter resultatet.
  - Hvor mye varme tilføres gassen gjennom prosessen  $a \rightarrow b \rightarrow c$ ? Uttrykk varmemengden ved hjelp av  $R$  og  $T_a$ .

Gassen gjennomløper til slutt en prosess ved at den bringes tilbake til starttilstanden gjennom en isoterm prosess  $c \rightarrow a$ .

- Beregn hvor stort arbeid gassen har utført, netto for hele syklusen. Uttrykk også dette med  $R$  og  $T_a$ . Beregn virkningsgraden (tallsvar) til en varmekraftmaskin som er basert på syklusen de tre prosesstrinnene utgjør. Hva ville virkningsgraden for en varmekraftmaskin basert på en Carnot syklus som opererte mellom de samme temperatuere være? Kommenter.
  - Beregn endringen i entropi for delprosessene  $a \rightarrow b$ ,  $b \rightarrow c$  og  $c \rightarrow a$ . Bruk disse resultatene til å begrunne at entropien er en tilstandsfunksjon.

## Oppgave 4 (Vekt: 30 %)

En elev i fysikkgruppen din er sterkt kritisk til det rådende synet om at menneskeskapte klimagassutslipp er den viktigste årsaken til global oppvarming. Hun mener det er Sola som styrer klimaet på Jorda og viser til innlegget til professor Arnfinn Langeland i Adresseavisen 27.02.2015. Se under.

Bruk kunnskaper i fysikk og andre skriftlige eller digitale kilder til å støtte eller imøtegå påstander i innlegget.

# Det er sola som styrer klimaet på jorda

Adresseavisen 27/2 2015

**Hvert 11. år** gjennomgår sola en periode som kalles solmaksimum der det kan sees mange solflekker (Den stormfulle sola; Pål Brekke 2013). Både antall solflekker og lengden av solsyklus er korrelert til temperaturen på jorda (Solheim m.fl. 2012). Vi har nå passert solmaksimum i syklus nr. 24 og det forventes et kaldere klima mot 2020. Naturen styrer havstrømmer, vær og vind og fordeler den ujevne varmeinnstråling fra sola mellom nordlige og sørlige deler av jorda. Disse kreftene beskrives i vitenskapelig definerte naturlover.

**Jordas atmosfære** sammen med magnetfeltet og ozonlaget, beskytter Jorda mot skadelig stråling og regulerer strålingsvarmen fra Sola. Miskolczis (2014) optiske konstant, som er testet mot 61 års observasjoner, sier at det er en likevekt mellom innkommende energi fra sola (oppvarming) og utgående infrarød energi (avkjøling). En konsekvens blir at den påståtte drivhuseffekten av CO<sub>2</sub> blir en fysisk umulighet. Global overflate-temperatur bestemmes av vann via fordamping og kondensasjon hvor vannet kompenserer for endret mengde CO<sub>2</sub>. Jorda består av 71 prosent vann og Det hydrologiske kretsløp, med havet som det viktigste lager for varmeenergi, blir avgjørende for global temperaturregulering.

**Drivhusgassene** hvor vanndamp/skyer utgjør mer enn 96 prosent, reflekterer tilbake til Jorda varmeenergi som et ledd i den globale temperaturregulering. CO<sub>2</sub> utgjør en liten del av drivhusgassene, mindre enn 2 prosent, herav fossile utslipp på promillenivå. Vanndampen absorberer 33 ganger så mye varmeenergi som CO<sub>2</sub> slik at bidraget fra CO<sub>2</sub>

blir lite. Henrys lov om gassutveksling mellom vann og luft, som er temperaturavhengig, regulerer mengden CO<sub>2</sub> i havet.

**Mens temperaturen** har variert i sykluser mellom stigende og synkende etter den lille istid som sluttet omkring 1850, har CO<sub>2</sub> i hele perioden fra 1958 vist et jamt stigende forløp. I en 20 års periode (1958-1978) sank temperaturen, mens den var økende i perioden 1979-1997. De siste 18 årene har temperaturen sluttet å stige og vist en svak synkende tendens, på tross av stadig økende mengder CO<sub>2</sub> (Climate4you.no).

**Iskjjerneboringer** i Antarktis har vist at CO<sub>2</sub> er forsinket med ca 800 år i forhold til temperaturen. Også på korttidnivå (11-12 mnd.) er CO<sub>2</sub> forsinket i forhold til temperaturen (Humlum m.fl. 2013). Det er altså temperaturen som forårsaker endring i CO<sub>2</sub> og ikke omvendt. Russiske forskere (Energy og Environment 14, 2003) fant ingen sammenheng mellom forbrenning av fossilt materiale og global temperatur for perioden 1860 til 2000. Hypotesen om menneskeskapte klimaendringer er grundig testet mot observasjoner i naturen, for ulike tidsperioder og falsifisert. Nullhypotesen om naturlige klimavariasjoner kan ikke forkastes.

**Klimapanelets** (IPCC) mange klimamodeller har ikke klart å reprodusere temperaturobservasjonene de siste 50 årene. De egner seg derfor dårlig som prediksjonsverktøy for temperaturen fram mot 2100. Dersom kartet (klimamodellene) ikke stemmer med terrenget (observasjonene) må kartet endres.

**Vi har nå passert solmaksimum i syklus nr. 24 og det forventes et kaldere klima mot 2020.**

### Innlegg



**ARNFINN LANGELAND**  
Pensjonert professor i hydrobiologi