

Institutt for allmennfag

## Eksamensoppgave i TALM1002 Fysikk/kjemi

**Faglig kontakt under eksamen:** Cecilie Tynes Riksem og Ketil Arnesen

**Tlf.:** **Riksem:** 73559591/95835145, **Arnesen:** 73559484/95293103

**Eksamensdato:** 23. mai 2018

**Eksamenstid (fra-til):** 9.00-14.00

**Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler:**

Alle kalkulatorer som ikke kan regne symbolsk

Paul T. Cappelen: Tabeller og formelsamling for ingeniørhøgskolen, Gyldendal.

**Annen informasjon:** Dersom noe virker uklart i oppgavesettet, skal du gjøre dine egne antagelser og forklare dette i besvarelsen. I beregninger må du ta med nok mellomregning eller forklaring til at resonnementet kommer klart fram.

Oppgavesettet består av 20 delpunkter, som alle teller likt.

**Målform/språk:** Bokmål

**Antall sider (uten forside):** 5

**Antall sider vedlegg:** 5

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| <b>Informasjon om trykking av eksamensoppgave</b> |                                  |
| Originalen er:                                    |                                  |
| 1-sidig <input type="checkbox"/>                  | 2-sidig <input type="checkbox"/> |
| sort/hvit <input type="checkbox"/>                | farger <input type="checkbox"/>  |
| skal ha flervalgskjema <input type="checkbox"/>   |                                  |

**Kontrollert av:**

\_\_\_\_\_  
Dato

\_\_\_\_\_  
Sign

## Oppgave 1

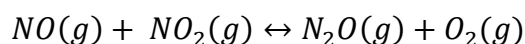
a) Fyll inn det som mangler i de blanke feltene i tabellen under (skriv av tabellen på innleveringsarket ditt):

| Kation           | Anion                         | Kjemisk formel                 | Systematisk navn   | Type forbindelse (kovalent eller ionisk) |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------|--|
| Fe <sup>2+</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> |                                |                    |  |
| -                | -                             |                                | Svovelheksafluorid |  |
|                  |                               | NH <sub>4</sub> Cl             |                    |  |
|                  |                               |                                | Titan(IV)oksid     |  |
| -                | -                             | CS <sub>2</sub>                |                    |  |
| -                | -                             | Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> |                    |  |
| Na <sup>+</sup>  | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> |                                |                    |  |
|                  |                               |                                | Kalsiumnitrat      |  |
| -                | -                             |                                | Fosforpentabromid  |  |
|                  |                               | Al(OH) <sub>3</sub>            |                    |  |

b) Vi har tre sterke bindingstyper mellom atomer. Beskriv kort hva som kjennetegner disse tre atombindingene.

## Oppgave 2

Dinitrogenmonoksid (N<sub>2</sub>O), også kjent som lystgass har blitt brukt blant annet som beroligende middel hos tannleger og på sykehus. Gassen kan dannes i en reaksjon mellom nitrogenmonoksid og nitrogendioksid:



a) Ved en gitt temperatur har denne reaksjonen en likevektkonstant (K<sub>c</sub>) på 0,914. I et forsøk blir det ført inn 0,500 mol NO(g) og 0,500 mol NO<sub>2</sub> (g) i en beholder på 5,00 liter ved den aktuelle temperaturen. Hva blir konsentrasjonen av reaktanter og produkter ved likevekt? Vis beregninger.

b) Vi tar utgangspunkt i samme reaksjon som over og forutsetter at likevekten er innstilt. Anta at reaksjonen er eksoterm mot høyre. Bruk Le Châteliers prinsipp til å forklare hva som skjer med likevektskonsentrasjonene av reaktanter og produkter dersom man (begrunn svarene dine):

- Øker temperaturen i beholderen
- Øker beholderens volum
- Tilfører katalysator til beholderen
- Tilfører mer nitrogendioksid til beholderen

### Oppgave 3

a) Bestem  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$ , pH og pOH i følgende løsninger:

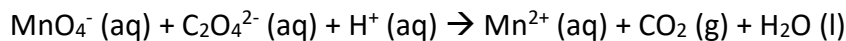
- 0,20 M HCl
- 0,0010 M NaHCOO

b) Hvor mye  $MgCO_3$  kan du maksimalt få løst opp i 150 mL vann ved 25 °C? Svar i mg.

c) Vil det dannes utfelling dersom en 200 mL 0,050 M  $BaCl_2$ -løsning blandes med 500 mL 0,025 M  $Na_2SO_4$ -løsning ved 25°C? Vis beregninger.

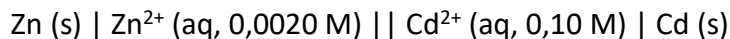
### Oppgave 4

a) Se på følgende redoksreaksjon:



Sett på oksidasjonstall på reaktanter og produkter, og angi hva som reduseres og hva som oksideres. Balansér ligningen og vis fremgangsmåten.

b) Vi har følgende galvaniske celle:



i) Skisser cellen og vis hvordan ionene og elektronene beveger seg.

ii) Angi hva som er anoden og katoden, og skriv de tilhørende halvreaksjonene med halvcellepotensialer.

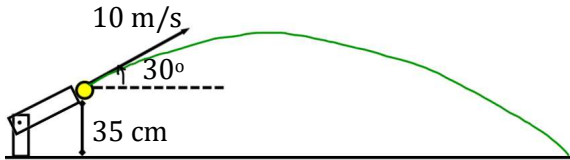
iii) Regn ut cellepotensialet for denne cellen ved 25 °C.

c) Avgjør om metallisk sølv løser seg i salpetersyre ved 25 °C. Bruk halvreaksjonene i spenningsrekka til å gi en forklaring på dette, og skriv i så fall den balanserte totalreaksjonen for det som skjer.

For den følgende fysikkdelen av eksamen finnes relevante fysiske konstanter, utover det som er angitt i det vedlagte formelarket, i en tabell på det siste oppgavearket.

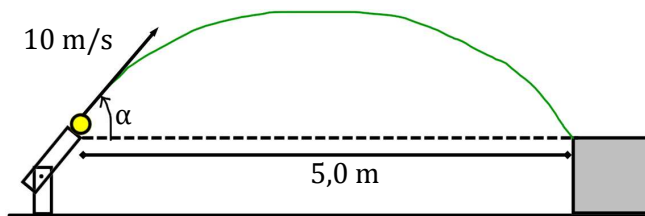
### Oppgave 5

En fjærbelastet kanon skyter ut plastkuler med startfart 10 m/s. Kula forlater løpet i en høyde på 35 cm over den horisontale bakken. Vi ser bort fra luftmotstand i denne oppgaven.



- a) Hvor langt unna utgangspunktet treffer kula bakken dersom utskytingsvinkelen er  $30^\circ$ ?
- b) Finn verdi og retning for farten til kula idet den treffer bakken.

En eske plasseres så i en avstand på 5,0 m fra kulas utgangspunkt. Overkanten av eska ligger i samme høyde som utgangshøyden til kula, og startfarten er fortsatt 10 m/s. Se figuren under.



- c) Hva må utskytingsvinkelen  $\alpha$  være for at kula akkurat skal treffe oppi eska, slik figuren viser?

### Oppgave 6

En kloss med masse 1.3 kg ligger på et skråplan. For å finne friksjonskoeffisienten varieres helningsvinkelen på skråplanet til klossen glir nedover skråplanet med konstant hastighet. Vinkelen måles da til  $14^\circ$ .

- a) Vis at friksjonskoeffisienten er 0,25.

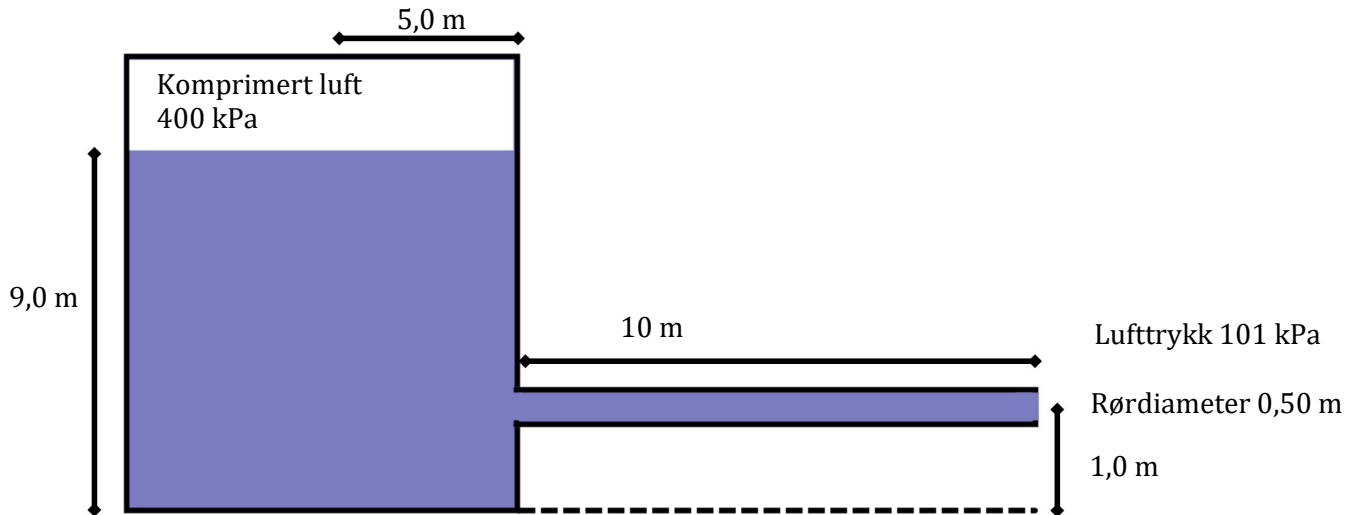
Nå endres helningsvinkelen til  $35^\circ$  og klossen dras oppover skråplanet med en kraft på 15 N

- b) Finn klossens akselerasjon.

## Oppgave 7

En lukket vanntank har sirkulær grunnflate med radius 5,0 m. Tanken er trykksatt med komprimert luft med trykk 400 kPa, og skal tømmes gjennom et tapperør med lengde 10 m, diameter 0,50 m og rørets ruhet er 0,40 mm. Utløpet av tapperøret ligger 1,0 m over tankbunnen, og der er lufttrykket 101 kPa.

Idet vi betrakter situasjonen, står vannspeilet i tanken 9,0 m over bunnen av tanken. Se figuren under.



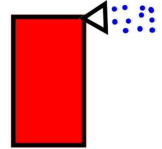
- Først skal du se bort fra alle former for tap. Vis at volumstrømmen gjennom tapperøret blir  $5,4 \text{ m}^3/\text{s}$  i dette tilfellet. **Sørg for å begrunne eventuelle forenklinger som du foretar.**
- En sensor i tapperøret måler den faktiske volumstrømmen til  $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Bestem tapperørets friksjonsfaktor  $f$  ut i fra det vedlagte Moodys diagram. **Marker alle avlesninger på diagrammet og lever dette sammen med besvarelsen.**
- I tillegg til rørfriksjon er det et energitap i rørrinnløpet med tapskoeffisient  $\zeta = 0,50$ . Hva måtte trykket av den komprimerte lufta i tanken ha vært for å gi samme volumstrøm som i a)? Du kan anta at friksjonsfaktoren  $f$  for røret er konstant og lik verdien du fant i b).

## Oppgave 8

En fjellturist skal koke kaffe ved å smelte is i en stålkjele på en vedovn. Ovnens varmeeffekt er konstant på 3,0 kW. I utgangspunktet er det 1,0 kg is med temperatur  $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  i kjelen. Kjelen har hele tiden samme temperatur som innholdet i kjelen.

- a)
- Hvor lang tid tar det før isen er omdannet til vann med temperatur  $96\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
  - Skisser temperaturen til kjelen/innholdet som funksjon av tid.

Hytta tar så plutselig fyr, og en brannslukker fylt med karbondioksid ( $\text{CO}_2$ ) brukes til å slukke brannen, slik figuren til høyre viser.



Idet slukkingen starter har  $\text{CO}_2$ -gassen i brannslukkeren et trykk på 2,0 MPa, mens atmosfæretrykket er 101 kPa. Temperaturen i hytta er  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  idet slukkeren brukes, og brannslukkeren og innholdet har i utgangspunktet samme temperatur som hytta.

Gassen strømmer så raskt ut av slukkeren, at prosessen kan ansees som adiabatisk.

- b) Hva er temperaturen til  $\text{CO}_2$ -gassen like etter at den har kommet ut av slukkeren?

## Tabell med fysiske konstanter

| Fysisk konstant               | Verdi                                    |
|-------------------------------|--|
| Massetetthet vann             | $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$   |
| Spesifikk varmekapasitet is   | $c = 2,1 \cdot 10^3 \text{ J/kg K}$      |
| Spesifikk varmekapasitet vann | $c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J/kg K}$     |
| Spesifikk varmekapasitet stål | $c = 510 \text{ J/kg K}$                 |
| Spesifikk smeltevarme is      | $L = 3,33 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$       |
| Dynamisk viskositet vann      | $\eta = 8,90 \cdot 10^{-4} \text{ Pa s}$ |
| Adiabatkonstant $\text{CO}_2$ | $\gamma = 1,28$                          |

# Vedlegg 1: Formelark i kjemi

Molar masse:  $M_m = \frac{m}{n}$

Avogadros tall:  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  partikler/mol

Konsentrasjon:  $c = \frac{n}{V}$

Fortynningsloven:  $c_1 V_1 = c_2 V_2$

Prosentvis utbytte =  $\frac{\text{Reelt utbytte}}{\text{Teoretisk utbytte}} \cdot 100 \%$

Ideell gasslov:  $pV = nRT$

der gasskonstanten  $R = 8,314 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  eller  $R = 0,08206 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

Molart volum:  $V_m = \frac{V}{n} = 22,414 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$  for ideelle gasser ved STP (0 °C og 1 atm)

Totaltrykk og partialtrykk:  $p_{\text{tot}} = p_a + p_b + \dots$

| ENHET       | FORKORTEELSE | STØRRELSE          |
|-------------|--------------|--------------------|
| PASCAL      | Pa           | SI-enhet           |
| TORR (MMHG) | torr         | 1 torr = 133,3 Pa  |
| ATMOSFÆRER  | atm          | 1 atm = 101 325 Pa |
| BAR         | bar          | 1 bar = $10^5$ Pa  |

Tetthet:  $d = \frac{m}{V}$

$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$

$\text{pH} + \text{pOH} = 14$

Vannets ioneprodukt:  $K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$  ved 25 °C

Bufferligningen:  $\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{base}]}{[\text{syre}]}$

Standard reaksjonspotensiale:  $E^\circ = E^\circ_{\text{red}} + E^\circ_{\text{oks}}$

Nernsts ligning:  $E = E^\circ - \frac{0,059 \text{ V}}{ne} \log Q$

Faradays lov:  $n = \frac{I \cdot t}{ne \cdot F} = \frac{Q}{ne \cdot F}$  der Faradays konstant  $F = 96\,485 \text{ C/mol}$

# Vedlegg 2: Formelark i fysikk

## MEKANIKK

Bevegelseslikninger ved rettlinjet bevegelse og konstant akselerasjon  $a$ :

$$v = v_0 + at$$

$$s = \left( \frac{v_0 + v}{2} \right) t$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

Newtons 1. lov:  $\sum \vec{F} = 0 \Leftrightarrow \vec{v} = \text{konstant}$

Newtons 2. lov:  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

Friksjonskraft:  $R = \mu N$

Arbeid, konstant kraft:  $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs \cos\alpha$

Arbeid, varierende kraft:  $W = \int_a^b F(x) dx$

Kinetisk energi:  $K = \frac{1}{2}mv^2$

Potensiell energi i tyngdefeltet:  $U = mgh$

Hookes lov for fjær med konstant fjærstivhet:  $F = kx$

Potensiell energi i fjær:  $U = \frac{1}{2}kx^2$



# FLUIDMEKANIKK

Arkimedes' lov: oppdriften til et legeme som er helt eller delvis nedsenket i en væske er lik tyngden av den fortrenkte væske

Hydrostatisk trykk (Pascals lov):  $p = p_0 + \rho g h$

Kontinuitetslikningen:  $A_1 v_1 = A_2 v_2$

Volumstrøm:  $q = \frac{dV}{dt} = A \cdot v$

Bernoullis likning uten friksjonstap:  $p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$

Bernoullis likning med friksjonstap:  $\frac{p_1}{\rho g} + y_1 + \frac{1}{2} \frac{v_1^2}{g} = \frac{p_2}{\rho g} + y_2 + \frac{1}{2} \frac{v_2^2}{g} + h_f + h_e$

der

$h_f = f \frac{L}{D} \frac{1}{2} \frac{v^2}{g}$  (Darcy-Weissbachs formel for rør- og kanalmotstand)

$h_e = \xi \frac{1}{2} \frac{v^2}{g}$  (tapshøyde for en enkeltmotstand)

Reynolds tall:  $N_R = \frac{\rho v D}{\eta}$

Laminær strøm:  $N_R < 2000$

Turbulent strøm:  $N_R > 3000$

Relativ ruhet:  $R = \frac{\epsilon}{D}$

Oppdrift:  $B = \rho V g$

## TERMOFYSIKK

Spesifikk varmekapasitet:  $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$

Spesifikk fasevarme:  $L = \frac{Q}{m}$

Tilstandslikningen for ideell gass:  $pV = nRT = NkT$

Adiabatisk prosess:  $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$

Gasskonstanten:  $R = 8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$

Sammenheng mellom trykk og volum ved adiabatisk prosess:  $pV^\gamma = \text{konstant}$

Volumarbeid:  $W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$

Termodynamikkens 1. lov:  $\Delta U = Q - W$

Lineær utvidelse:  $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$

Volumutvidelse:  $\Delta V = \beta V_0 \Delta T = 3\alpha V_0 \Delta T$

Totale indre energi for ideell gass:  $U = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} NkT$

Molar gasskonstant:  $R = kN_A$

Virkningsgrad:  $e = \frac{W}{Q_h}$

Kjølefaktor:  $k = \frac{Q_c}{W}$

# Moodys diagram til bestemmelse av friksjonsfaktoren $f$

