Oppgave 1

a) Kryss av på ett av alternativene i oppgavene nedenfor (kun et svaralternativ er rett, og det gis ikke minuspoeng for feil svar). Riv av arkene med Oppgave 1 a og lever det ved besvarelsen.

i) Hva er det systematiske navnet til forbindelsen CuO?

- [ ] Kobberoksid
- [x] Kobber(II)oksid
- [ ] Kobber(III)oksid
- [ ] Kobbermonoksid

ii) Hva er det systematiske navnet til forbindelsen K_2S?

- [ ] Dikaliumsulfid
- [ ] Kalium(II)sulfid
- [ ] Kalsiumsulfid
- [x] Kaliumsulfid

iii) Hva er det systematiske navnet til forbindelsen N_2O_5?

- [ ] Nitrogenoksid
- [ ] Nitrogenpentoksid
- [x] Dinitrogenpentoksid
- [ ] Dinitrogenoksid

iv) Hva er det systematiske navnet til forbindelsen CS_2?

- [ ] Karbonsulfid
- [x] Karbondisulfid
- [ ] Karbon(II)sulfid
- [ ] Karbondisvovel

v) Hva er den kjemiske formelen til tetrafosfordekasulfid?

- [ ] P_3S_{10}
- [x] P_4S_{10}
- [ ] P_4S_9
- [ ] P_3S_9

vi) Hva er den kjemiske formelen til bariumklorid?

- [x] $BaCl_2$
- [ ] $BaCl$
- [ ] Ba_2Cl_2
- [ ] $BeCl$

vii) Hva er den kjemiske formelen til ammoniumkarbonat?

- [ ] NH_4CO_3
- [ ] NH_4PO_4
- [x] $(NH_4)_2CO_3$
- [ ] $(NH_4)_3PO_4$

viii) Hva er oksidasjonstallet til hydrogen i forbindelsen NaH?

- [ ] +1
- [x] -1
- [ ] 0
- [ ] +2

ix) Hva er oksidasjonstallet til fosfor i forbindelsen H_3PO_4?

- [ ] +1
- [ ] -1
- [x] +5
- [ ] -5

x) Hva er oksidasjonstallet til karbon i forbindelsen $NaHCO_3$?

- [ ] 0
- [ ] +2
- [ ] +3
- [x] +4

b) *Sett opp elektronkonfigurasjonen for følgende ioner og forklar hvorfor de er stabile:*

i) Ca^{2+}

ii) Cl^{-}

iii) O^{2-}

i) Ca^{2+}: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ eller [Ar]

ii) Cl^-: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ eller [Ar]

iii) O^{2-}: $1s^2 2s^2 2p^6$ eller [Ne]

Alle disse ionene har elektronkonfigurasjon identisk med en edelgass (xs^2xp^6, hvor x er nummeret på ytterste skall). Elektronkonfigurasjonen til edelgassene har vist seg å være spesielt stabil, og disse ionene er derfor stabile.

Oppgave 2

a) *Metallisk sink reagerer med sølvnitrat i henhold til følgende ligning:*

$$Zn(s) + AgNO_3(aq) \rightarrow Ag(s) + Zn(NO_3)_2(aq)$$

I et eksperiment ble en metallbit av sink som veide 2,00 gram plassert i en løsning bestående av 100 ml 0,400 M sølvnitrat. Det ble dannet 3,45 gram sinknitrat. Hva er det prosentvise utbyttet av sinknitrat i dette eksperimentet?

Balansert reaksjonsligning: $Zn(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow 2Ag(s) + Zn(NO_3)_2(aq)$

Prosentvis utbytte er gitt ved: $\%utbytte = \frac{Reelt\ utbytte}{Teoretisk\ utbytte} * 100\%$

Reelt utbytte er gitt i oppgaven: 3,45 gram. Må beregne det teoretiske utbyttet av sølvnitrat. Finner først begrensende reaktant:

$$n_{Zn} = \frac{m}{M} = \frac{2{,}00\ g}{65{,}38\ g/mol} = 0{,}0306\ mol$$

$$n_{Ag(NO_3)_2} = c * V = 0{,}400M * 0{,}100L = 0{,}0400\ mol$$

Ser på støkiometriske koeffisienter i den balanserte reaksjonsligningen:

$$\frac{n_{Zn(NO_3)_2}}{n_{Zn}} = \frac{1}{1} \rightarrow n_{Zn(NO_3)_2} = 0{,}0306\ mol$$

$$\frac{n_{Zn(NO_3)_2}}{n_{Ag(NO_3)_2}} = \frac{1}{2} \rightarrow n_{Zn(NO_3)_2} = \frac{1}{2} * 0{,}0400\ mol = 0{,}0200\ mol$$

Sølvnitrat er altså begrensende reaktant.

$$m_{Zn(NO_3)_2} = n * M = 0{,}0200\ mol * 189{,}38 \frac{g}{mol} = 3{,}79\ gram$$

$$\%utbytte = \frac{3{,}45\ gram}{3{,}79\ gram} * 100\% = \mathbf{91}\%$$

b) *Gitt følgende likevektreaksjon:*

$$CO_2(g) + H_2(g) \leftrightarrow CO(g) + H_2O(g)$$

I en beholder på 2 liter er det ved et gitt tidspunkt 0,50 mol CO_2, 0,40 mol H_2, 0,050 mol CO og 0,060 mol H_2O ved 700 °C. Ved denne temperaturen er likevektkonstanten, K_C, lik 0,060. Avgjør ved beregninger om systemet er i likevekt. Hvis systemet ikke er i likevekt, forklar i hvilken retning reaksjonen vil gå.

For å avgjøre om systemet er i likevekt, må vi beregne reaksjonskvotienten, Q.

$$Q = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]}$$

Må beregne konsentrasjonen av de ulike forbindelsene:

$$[CO] = \frac{0{,}050mol}{2\,l} = 0{,}025\ M$$

$$H_2O] = \frac{0{,}060\ mol}{2\,l} = 0{,}030\ M$$

$$[CO_2] = \frac{0{,}50\ mol}{2\,l} = 0{,}25\ M$$

$$[H_2] = \frac{0{,}40\ mol}{2\,l} = 0{,}20\ M$$

$$Q = \frac{0{,}030M * 0{,}025M}{0{,}25M * 0{,}20M} = \mathbf{0{,}015}$$

$Q \neq K_C$ og systemet er derfor ikke i likevekt. Siden Q<K_C, så er telleren for liten i forhold til nevneren i uttrykket for Q. Det betyr at vi har for lite produkter i forhold til reaktanter, og reaksjonen vil gå mot høyre inntil likevekt innstilles.

c) *Finn likevektskonsentrasjonen av CO_2, H_2, CO og H_2O i oppgave b) ved 700°C.*

Setter opp en likevektstabell:

	CO_2 (g)	**H_2(g)**	**CO(g)**	**H_2O(g)**
Ved start	0,25 M	0,20 M	0,025	0,030
Endring	-x	-x	+x	+x
Ved likevekt	0,25- x	0,20- x	0,025+x	0,030+x

Setter opp uttrykket for likevektskonstanten:

$$K_C = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} = \frac{(0{,}025 + x)(0{,}030 + x)}{(0{,}25 - x)(0{,}20 - x)}$$

Likevektskonstanten ved denne temperaturen er 0,060.

$$\frac{(0{,}025 + x)(0{,}030 + x)}{(0{,}25 - x)(0{,}20 - x)} = 0{,}060$$

Løser uttrykket med hensyn på x, og får følgende andregradsligning:

$0{,}94x^2 + 0{,}082x - 0{,}00225 = 0$

Løsning av andregradsligningen gir:

$\boldsymbol{x_1 = 0,0219\ M}$

$x_2 = -0{,}109\ M$

Det er x_1 som er løsningen, og bruker denne verdien videre. Likevektskonsentrasjonene blir da:

$\boldsymbol{[CO] = (0,025 + x) = 0,047\ M}$

$\boldsymbol{H_2O] = (0,030 + x) = 0,052\ M}$

$\boldsymbol{[CO_2] = (0,25 - x) = 0,23\ M}$

$\boldsymbol{[H_2] = (0,20 - x) = 0,18\ M}$

Oppgave 3

a) *Du skal lage en løsning med et volum på 0,50 L ved å blande $Mg(OH)_2$ i fast form med vann. Regn ut hvor mange gram du må veie ut for å få en konsentrasjon på 0,200 M $Mg(OH)_2$. Anta at det faste stoffet ikke påvirker volumet til løsningen.*

<u>$Mg(OH)_2$-løsning:</u>

Vet:

V = 0,50 L

c = 0,200 M

Finner antall mol $Mg(OH)_2$ i løsningen:

n = c * V = 0,200 mol/L * 0,5 L = 0,10 mol

Mm = 24,31 g/mol + 2 (16,00 + 1,008) g/mol = 58,326 g/mol

m = n * Mm = 0,10 mol * 58,326 g/mol = 5,8326 g ≈ **5,8 g**

Kommentar:

Her var det meningen å løse oppgaven med antakelsen om at $Mg(OH)_2$ er en sterk base (Gr. I og gr. II-elementer + OH^- eller O^{2-} gir sterke baser ut i fra læreboken), og løser seg dermed fullstendig i vann. $Mg(OH)_2$ er derimot et salt med lav løselighet og har en lav Ksp-verdi. Dette gjør beregningene mer komplisert enn forventet. Derfor, dersom studenten viser i sin besvarelse til at saltet har en lav Ksp og er ergo lite løselig, så får studenten full uttelling, selv om regnestykke ikke fullføres.

b) Beregn pH i 0,150 M Na_2CO_3.

Na_2CO_3 (aq) → $2Na^+$ (aq) + CO_3^{2-} (aq)
0,15 M 0,15 M

Na^+ er nøytral i vann.
CO_3^{2-} gir følgende reaksjon med vann:

CO_3^{2-} (aq) + H_2O (l) ⇌ HCO_3^- (aq) + OH^- (aq)

Setter opp likevektstabell for å finne konsentrasjon av OH- i løsningen:

	CO_3^{2-}	HCO_3^-	OH^-
START	0,15	0	~0
ENDRING	-x	+x	+x
LIKEVEKT	0,15-x	x	x

Setter opp uttrykket for basekonstanten og løser x:
Finner først Kb:
Fra formelsamling finner vi reaksjonen og Ka:
$HCO_3^- = H^+ + CO_3^{2-}$ Ka = $4,7 * 10^{-11}$

Kb blir da:
Kb = Kw / Ka = $1,0 * 10^{-14} / 4,7 * 10^{-11} = 2,128 * 10^{-4}$

Setter så opp uttrykket for Kb:

$$Kb = \frac{[HCO_3^-] * [OH^-]}{[CO_3^{2-}]} = \frac{x^2}{(0,15 - x)} = 2,128 * 10^{-4}$$

$$x = 5,544 * 10^{-3} = [OH^-]$$

Finner til slutt pH i løsningen:
pOH = -log ($5,544 * 10^{-3}$) = 2,26
pH = 14 – pOH = **11,7**

Oppgave 4

a) Følgende redoksreaksjon er gitt:

$$Cu\ (s) + NO_3^-\ (aq) + H^+\ (aq) \rightleftarrows Cu^{2+}\ (aq) + NO\ (g) + H_2O\ (l)$$

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

0 +V -II +I +II +II -II +I -II

$Cu\ (s) + NO_3^-\ (aq) + H^+\ (aq) \rightleftarrows Cu^{2+}\ (aq) + NO\ (g) + H_2O\ (l)$

Red: $NO_3^- + 3e^- \rightleftarrows NO\ (g)$ | * 2 FN = 6

Oks: $Cu\ (s) \rightleftarrows Cu^{2+} + 2e^-$ | * 3

TOT: $3\ Cu + 2\ NO_3^- \rightleftarrows 3\ Cu^{2+} + 2\ NO$

Balanserer med tanke på masse:

$3\ Cu + 2\ NO_3^- + 8\ H^+ \rightleftarrows 3\ Cu^{2+} + 2\ NO + 4\ H_2O$

Kontrollerer ladningsbalansen:

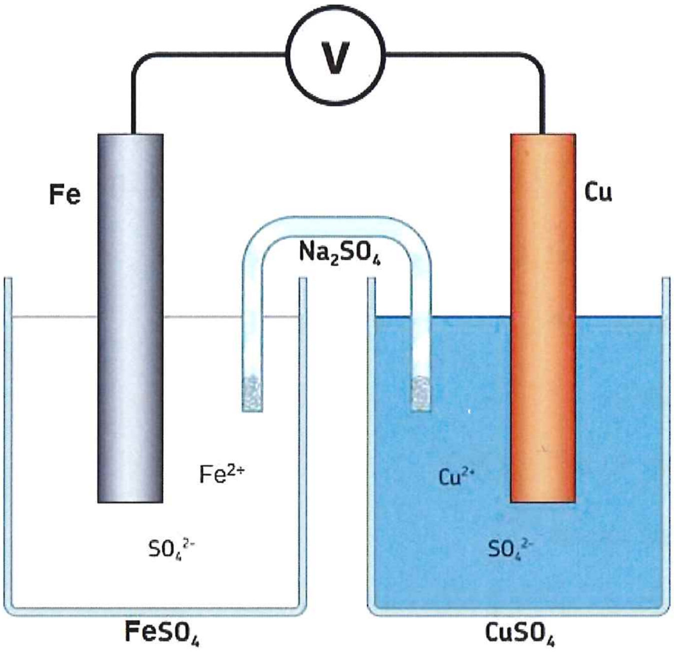
0 -2 +8 = +6 0 0

+6 = +6 OK

Ferdig balansert ligning blir dermed:

$$\mathbf{3\ Cu\ (s) + 2\ NO_3^-\ (aq) + 8\ H^+\ (aq) \rightleftarrows 3\ Cu^{2+}\ (aq) + 2\ NO\ (g) + 4\ H_2O\ (l)}$$

b) Vi har følgende galvaniske celle av jern og kobber. Den ene halvcellen består av en jernstav i en jernløsning (2,00 M Fe^{2+}) og den andre består av en kobberstav i en kobberløsning (0,010 M Cu^{2+}).



i. *Sett opp cellediagrammet til denne galvaniske cellen. Angi hva som er anode og katode, og begrunn hvorfor. Skriv de tilhørende halvreaksjonene.*

Cellediagram:

Fe (s) | Fe^{2+} (2,00 M) || Cu^{2+} (0,010 M) | Cu (s)

Kobber har høyest standard reduksjonspotensiale, ergo vil kobber fungere som katode, og jern vil være anode. Jern plasseres dermed til venstre i cellediagrammet.

Halvreaksjonene blir:

Katode: Red: $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Cu\ (s)$

Anode: Oks: $Fe\ (s) \rightleftarrows Fe^{2+} + 2e^-$

ii. *Regn ut cellepotensialet for denne cellen ved 25 °C:*

Red: $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Cu\ (s)$ $E^o_{red} = +0,34\ V$
Oks: $Fe\ (s) \rightleftarrows Fe^{2+} + 2e^-$ $E^o_{oks} = +0,44\ V$
TOT: $Cu^{2+}\ (aq) + Fe\ (s) \rightleftarrows Cu\ (s) + Fe^{2+}\ (aq)$

Standard cellepotensiale blir:
$E^o_{celle} = E^o_{katode} + E^o_{anode} = 0,34\ V + 0,44\ V = +\ 0,78\ V$

Cellepotensiale for denne cellen blir:
Bruker Nernst ligning:

$$E = E^o - \frac{0,059\ V}{ne-} * \log Q$$
$$= 0,78\ V - \frac{0,059\ V}{2\ e-} * \log \frac{Fe2+}{Cu2+}$$
$$= 0,78\ V - \frac{0,059\ V}{2\ e-} * \log \frac{2,00}{0,01}$$
$$\underline{\mathbf{= 0,71\ V}}$$

*c) Hvilket metall kan du bruke for å redusere Mn^{2+} ion, men **ikke** Mg^{2+}-ion? Forklar hvorfor.*

Aluminium har standard oksidasjonspotensiale lik +1,67 V.
Dette er nok til å redusere Mn^{2+}, men ikke høyt nok til å redusere Mg^{2+}-ion:

Red: $Mg^{2+}\ (aq) + 2e- \rightarrow Mg\ (s)$ $E^o_{red} = -2,38\ V$
Oks: $Al\ (s) \rightarrow Al^{3+}\ (aq) + 3e^-$ $E^o_{oks} = +1,67\ V$

$E^o_{rx} = E^o_{red} + E^o_{oks} = -2,38\ V + 1,67\ V = -0,71\ V$

$E^o_{rx} < 0$, ergo blir reaksjonen ikke spontan og aluminium klarer dermed ikke å redusere Mg^{2+}-ion.

Ser vi på Mn^{2+} derimot får vi en spontan reduksjon av Mn^{2+} sammen med Al:

Red: $Mn^{2+}\ (aq) + 2e- \rightarrow Mn\ (s)$ $E^o_{red} = -1,03\ V$
Oks: $Al\ (s) \rightarrow Al^{3+}\ (aq) + 3e^-$ $E^o_{oks} = +1,67\ V$

$E^o_{rx} = E^o_{red} + E^o_{oks} = -1,03\ V + 1,67\ V = \mathbf{+0,64\ V}$

$E^o_{rx} > 0$, ergo blir reaksjonen spontan og aluminium klarer dermed å redusere Mn^{2+}-ion.

Oppgave 1: Rakett:

a) Rampen er 2,0 meter høy. For å finne rampens lengde må vi bruke trigonometri.

$$\sin(70°) = \frac{2{,}0\ \mathrm{m}}{l} \Rightarrow l = \frac{2{,}0\ \mathrm{m}}{\sin(70°)} = 2{,}13\ \mathrm{m}$$

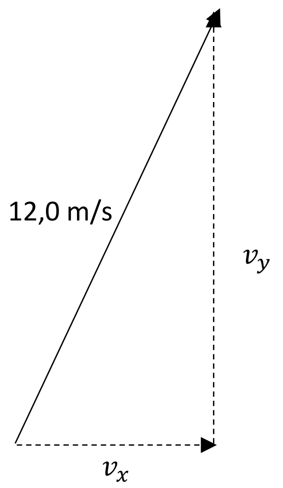
Vi kan da bruke en av bevegelsesligningene for å finne rakettens endelige hastighet:

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

Fordi starthastigheten er 0, kan vi skrive om denne likningen til:

$$v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \cdot 34\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 2{,}13\ \mathrm{m}} = \underline{\underline{12\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}}$$

b) For å finne både maksimal høyde og lengde fra rampa må vi først dele rakettens hastighet i x- og y-komponentene.



$$v_y = 12{,}0\ \frac{m}{s} \cdot \sin(70°) = \underline{11{,}3\frac{m}{s}}$$

$$v_x = 12{,}0\ \frac{m}{s} \cdot \cos(70°) = \underline{4{,}11\frac{m}{s}}$$

For å finne den høyeste høyden trenger vi kun å se på hastigheten i y-retning, og finne ut hvor høyt over bakken raketten er når hastigheten er 0 m/s. Vi bruker jordas tyngdeakselerasjon = -9,81 m/s. Vi må også legge til 2 meter fordi start-punktet er 2 meter over bakken.

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

$$s = y_{max} = \frac{-v_{0_y}^2}{2a} = \frac{-\left(11{,}3\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2}{2 \cdot -9{,}81\frac{\mathrm{m}}{s^2}} = 6{,}5\ \text{meter} = \underline{\underline{8{,}5\ \text{meter over bakken}}}$$

For å finne ut hvor langt raketten går kan vi finne tiden det tar for raketten å nå en høyde på -2,0 meter (bakken er 2 meter under slutten av rampa. Når vi har funnet tiden kan vi finne x-avstanden.

$$y = v_{0_y}^2 t + \frac{1}{2}gt^2$$

Vi ser at vi får et kvadratisk uttrykk om vi skal løse mht. tid, så vi skriver om slik at vi får et uttrykk som er vennlig for ABC-formelen

$$0 = \frac{1}{2} \cdot -9{,}81\frac{\mathrm{m}}{s^2} \cdot \mathrm{t}^2 + 11{,}3\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \mathrm{t} + 2\mathrm{m}$$

$$t = \frac{-11{,}3 \pm \sqrt{11{,}3^2 - 4 \cdot -4{,}905 \cdot 2}}{9{,}81} = -0{,}17\mathrm{s}\ \text{og}\ 2{,}47\mathrm{s}$$

Vi ser at den eneste positive løsningen er 2,47 sekunder, som betyr at det tar 2,47 sekunder før raketten treffer bakken.
Vi kan sette inn denne tiden i uttrykket for hvor langt raketten går i x-retning for å finne hvor langt raketten beveger seg før den treffer bakken.

$$x = v_{0_x} t$$

$$x = 4{,}11 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 2{,}47\mathrm{s} = \underline{\underline{10 \text{ meter}}}$$

c) Hastigheten i x-retningen er konstant ettersom den eneste akselerasjonen er i y-retning. Vi må derfor først finne hastigheten i y-retning i det den treffer bakken. Tiden det tar å treffe bakken fant vi i forrige oppgave, så vi kan enkelt finne hastigheten i y-retning ved å bruke denne tiden på hastigheteslikningen i y-retning.

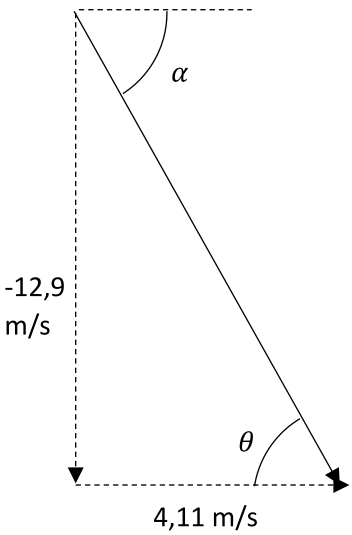
$$v_y = v_{0_y} + at$$

$$v_y = 11{,}3 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 9{,}81 \frac{\mathrm{m}}{s^2} \cdot 2{,}47\mathrm{s} = -12{,}9 \ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Vi bruker pytagoras for å finne slutthastigheten:

$$v = \left(-12{,}9 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2 + \left(4{,}11 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2 = \underline{\underline{13{,}6 \ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}}$$

Vi bruker trigonometri for å finne retningen:



$$\theta = tan^{-1}\left(\frac{12{,}9 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{4{,}11 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}\right) = \underline{\underline{72{,}3°}}$$

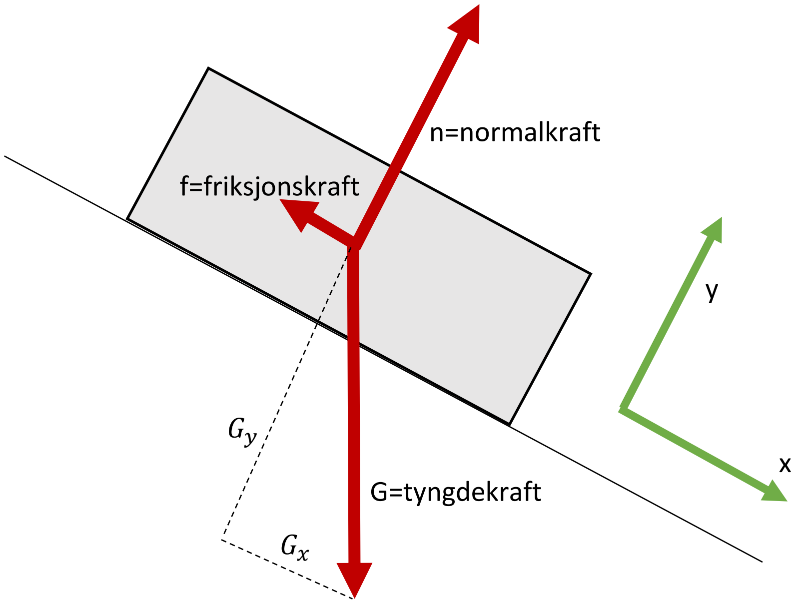
MERK: Om vi bruker verdien -12,9 i ligningen over finner vi svaret -72,3°. Denne verdien tilsvarer vinkelen α i figuren til venstre, og er nok den foretrukne måten å angi vinkler på. Begge svar er gyldige så lenge det kommer klart frem hvilken vinkel vi prøver å finne.

Oppgave 2: Isblokk

a) Det finnes i hovedsak to måter å løse denne oppgaven på.

- Den ene er å bruke bevaring av energi med friksjonsarbeid
- Den andre går ut på å balansere kreftene, finne akselerasjonen, og deretter hastighet ved bevegelsesligningene.

Uansett hvilken metode vi velger er det viktig å tegne et diagram som viser hvilke krefter som fungerer på blokken. Jeg velger i løsningsforslaget å tegne alle kreftene fra isblokkens massesenter. Isblokken blir approksimert som en boks.



Uansett hvilken metode vi bruker må vi finne ut hvor lang bakken er, og vi må finne størrelsen på friksjonskrafta:

$$l = \frac{300\text{m}}{\sin(35°)} = 523 \text{ meter}$$

$$f = \mu n = \mu G_y = \mu \cdot m \cdot g \cdot cos(35°)$$

$$= 0{,}10 \cdot 200\text{kg} \cdot 9{,}81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \cos(35°) = 161 \text{ Newton}$$

Alternativ 1: Bevaring av energi.

Den potensielle energien på toppen av bakken må gjøres om til bevegelsesenergi og friksjonsarbeid.

$$U_G = E_K + W_f$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + fl$$

$$v = \sqrt{\frac{2(mgh - fl)}{m}} = \sqrt{\frac{2(200\text{kg} \cdot 9{,}81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 300\text{m} - 161\text{N} \cdot 523\text{m}}{200\text{kg}}} = \underline{\underline{71{,}0 \text{ m/s}}}$$

Alternativ 2: Newton's 2.lov

Vi kan balansere ut kreftene i x-retning for å finne blokkens akselerasjon:

$$\sum F_x = G_x - f = ma$$

$$m \cdot g \cdot sin(35°) - f = m \cdot a$$

$$a = \frac{mgsin(35°) - f}{m} = \frac{200\text{kg} \cdot 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin(35°) - 161\text{N}}{200\text{kg}} = 4{,}82\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Vi kan nå bruke bevegelsesligningen for å finne slutthastigheten. Starthastigheten er 0.

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

$$v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \cdot 4{,}82\frac{m}{s} \cdot 523m} = \underline{\underline{71{,}0\ \frac{m}{s}}}$$

b) I denne oppgaven kan vi anta at den ekstra høyden isblokken får fordi snøen komprimeres er neglisjerbar sammenlignet med hvor høyt den allerede har falt. Det vil si at all bevegelsesenergien går med til å komprimere snøen.

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 200\text{kg} \cdot \left(71{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 505\ \text{kJ}$$

Denne energien brukes til å komprimere snøen:

$$U_E = E_K = \frac{1}{2}kx^2$$

$$k = \frac{2E_K}{x^2} = \frac{2 \cdot 505\ \text{kJ}}{(0{,}75\text{m})^2} = \underline{\underline{1{,}79 \cdot 10^6\,\frac{\text{N}}{\text{m}}}}$$

Energien brukes til å varme opp snøen, samt lyd til omgivelsene, og permanent deformasjon. Vi bryter derfor ikke loven om energibevaring.

Oppgave 3: Vanntank

a) Vi kan bruke Bernoullis ligning uten tap til å regne ut hastigheten i denne oppgaven. Vi velger punkt 1 i tankens overflate, og punkt 2 ved utløpet. Vi antar at volumstrømmen gjennom røret er såpass liten at hastigheten i øvre del av tanken er så å si lik 0. Vi kan også regne oss frem til at hastigheten blir 1410 ganger høyere i røret enn i øvre del av tanken. Vi ser også at øvre del av røret er 15cm nærmere overflaten enn bunn av røret, men dette er også neglisjerbart. Vi antar også at luft-trykket er likt i øvre og i nedre del, selv om det er en 10 meter høydeforskjell

$$\cancel{p_1} + \cancel{\frac{1}{2}\rho v_1^2} + \rho g y_1 = \cancel{p_2} + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \cancel{\rho g y_2}$$

Siden trykket er likt, kan begge strykes mot hverandre. Høyden i punkt 2 = 0, og hastigheten i punkt 1 = 0. Vi ser at alle gjenværende uttrykk har ρ i seg, så disse kan også strykes.

$$gy = \frac{1}{2}v^2$$

$$v = \sqrt{2gy} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 10\mathrm{m}} = 14\ \mathrm{m/s}$$

Volumstrømmen kan da finnes fordi $Q = Av$

$$Q = Av = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi\left(\frac{0{,}15m}{2}\right)^2 \cdot 14\frac{m}{s} = \underline{\underline{0{,}25\frac{m^3}{s}}}$$

b) Vi må brukke Moody's diagram her. Siden hastigheten er kjent kan vi finne Reynoldstallet ved hjelp av følgende formel:

$$N_R = \frac{\rho v D}{\eta}$$

Når vi har Reynoldstallet kan vi finne relativ ruhet ved å dele ruhet på hydraulisk diameter.

$$\text{Relativ ruhet} = \frac{\epsilon}{D}$$

Når vi har både Reynoldstall og relativ ruhet kan vi lese av friksjonsfaktoren i Moody's diagram.

c) I denne ligningen velger jeg 2 punkter. Punkt 1 er i overflaten av den 10 meter dype tanken, og punkt 2 er i overflaten av den andre tanken. Vi kan si at punkt 2 ligger på 0 meter, slik at punkt 1 ligger 5 meter høyere. Hastigheten i begge punktene er neglisjerbar og like. Trykket vil være atmosfærisk i begge punktene

$$\cancel{p_1} + \cancel{\frac{1}{2}\rho v_1^2} + \rho g y_1 = \cancel{p_2} + \cancel{\frac{1}{2}\rho v_2^2} + \cancel{\rho g y_2} + \rho g h_f + \rho g h_e$$

Vi re-arrangerer uttrykket, stryker alle ρ, og setter inn uttrykkene for friksjonstap og enkelttap. Hastighetene i tapsleddene er hastigheten i røret.

$$2g(\Delta h) = f\frac{L}{D}v^2 + (\xi_i + \xi_u)v^2$$

Vi løser så for hastigheten:

$$v = \sqrt{\frac{2g(\Delta h)}{f\frac{L}{D} + \xi_1 + \xi_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}81\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}(10\mathrm{m} - 5{,}0\mathrm{m})}{0{,}022 \cdot \frac{4{,}0\mathrm{m}}{0{,}15\mathrm{m}} + 0{,}8 + 1{,}0}} = 6{,}41\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Helt til slutt finner vi volumstrømmen:

$$Q = Av = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi\left(\frac{0{,}15m}{2}\right)^2 \cdot 6{,}41\frac{m}{s} = \underline{\underline{0{,}11\frac{m^3}{s}}}$$

Oppgave 4: Sylinder med luft

a) Denne prosessen kan ansees som isoterm fordi energien vi tilfører gassen gjennom vårt arbeid har tid til å forlate sylinderen. Vi vil derfor ha tilnærmet termisk likevekt gjennom hele prosessen.

For å finne slutt-trykket, må vi først finne start-trykket gjennom den ideelle gassloven.

$$pV = nRT$$

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{1{,}0\text{mol} \cdot 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (20 + 273)\text{K}}{10 \cdot 10^{-3}\text{m}^3} = 2{,}4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Gjennom idealgassloven kan vi si at: $\frac{\text{pV}}{\text{T}} = \text{konstant}$. Fordi prosessen er isoterm vil også temperaturen forbli konstant. Vi kan da løse for trykket

$$p_1V_1 = p_2V_2$$

$$p_2 = p_1\frac{V_1}{V_2} = 2{,}4 \cdot 10^5\text{Pa}\left(\frac{3}{1}\right) = \underline{\underline{7{,}3 \cdot 10^5\text{Pa}}}$$

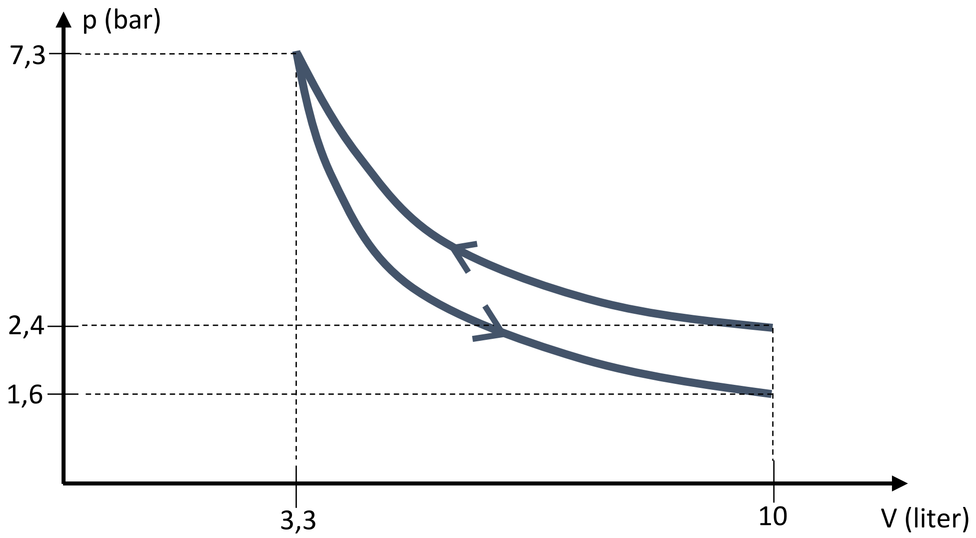
I en isoterm prosess vil den totale indre varmen til gassen forbli konstant. Vi kan derfor bruke termodynamikkens 2.lov til å finne ut hvor mye varme som må forlate sylinderen.

$$Q = \cancel{\Delta U} + W =$$

$$Q = W = nrTln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 1{,}0\text{mol} \cdot 8{,}31\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (20 + 273)\text{K} \cdot \ln\left(\frac{1}{3}\right) = \underline{\underline{-2{,}7 \text{ kJ}}}$$

Negativt fortegn vil si at varme strømmer ut av sylinderen.

b)



Vi ser at vi mangler en isokor prosess for å komme tilbake til start-tilstanden

Trykket etter den adiabatiske prosessen kan beregnes ved å bruke at: $pV^\gamma = \text{konstant}$

$$p_1V_1^\gamma = p_2V_2^\gamma$$

$$p_2 = p_1\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma = 7{,}3 \cdot 10^5\text{Pa} \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{1{,}4} = \underline{\underline{1{,}6 \cdot 10^5\text{Pa}}}$$

For å finne temperaturen kan vi nå enten bruke at $\frac{pV}{T} = \text{konstant}$ eller at $TV^{\gamma-1} = \text{konstant}$. Jeg velger å bruke den siste.

$$T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$$

$$T_2 = T_1\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = 293K \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^{0{,}4} = 189K = \underline{\underline{-84°C}}$$