

Oppgave 1

a) Fyll inn i tabellen under (skriv av tabellen på innleveringsarket ditt). I de tilfeller at det er en ionisk forbindelse skal du angi kation og anion som ione forbindelsen er satt sammen av.

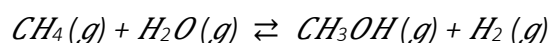
Kation	Anion	Kjemisk formel	Systematisk navn
Ca^{2+}	PO_4^{3-}	$\text{Ca}_3(\text{PO}_3)_2$	Kalsiumfosfat
-	-	N_2O	Dinitrogenmonoksid
Cu^{2+}	Cl^-	CuCl_2	Kobber(II)klorid
Fe^{3+}	O^{2-}	Fe_2O_3	Jern(III)oksid
-	-	SiO_2	Silisiumdioksid
-	-	Cl_2O_7	Diklorheptoksid
Na^+	NO_3^-	NaNO_3	Natriumnitrat
K^+	OH^-	KOH	Kaliumhydroksid

b) En ionebinding er elektrostatisk tiltrekning mellom positivt ladede ioner (kationer) og negativt ladede ioner (anioner). (Elektroner er overført mellom atomer.) Vi har denne typen binding i ioniske forbindelser (salter), for eksempel $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$.

I en kovalent binding eller elektronparbinding deler to og to atomer på et eller flere elektronpar. (Elektroner deles mellom atomer.) Vi har denne typen binding i molekyler, for eksempel SO_3 , HNO_3 og P_2O_5 .

Oppgave 2

a) Nettoreaksjonen for produksjonen av metanol er:



Vi kan løse oppgaven ved å sette opp uttrykket for likevektskonstanten:

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}] \cdot [\text{H}_2]}{[\text{CH}_4] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}$$

Startkonsentrasjoner blir:

$$[\text{CH}_4]^0 = n / V = 140 \text{ mol} / 50,0 \text{ L} = 2,8 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2\text{O}]^0 = n / V = 167 \text{ mol} / 50,0 \text{ L} = 3,34 \text{ M}$$

$$K = 14,5$$

Setter opp en tabell som viser konsentrasjonene av komponentene ved start og likevekt:

	CH₄ (g)	H₂O (g)	CH₃OH(g)	H₂(g)
Ved start	2,8 M	3,34 M	0	0
Endring	-x	-x	+x	+x
Ved likevekt	2,8- x	3,34- x	x	x

$$K = \frac{[CH_3OH] \cdot [H_2]}{[CH_4] \cdot [H_2O]} = \frac{x^2}{(2.8 - x)(3.34 - x)}$$

$$x = 2.385$$

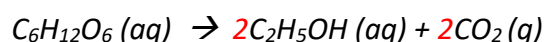
Ved likevekt er sammensetningen i reaktoren

$$[CH_4] = 2.8M - 2.385M = 0.415M$$

$$[H_2O] = 3.34M - 2.385M = 0.945M$$

$$[CH_3OH] = [H_2] = 2.385M$$

b) Når sukker gjærer og danner etanol skjer følgende reaksjonen:



Hvor mye etanol kan maksimalt dannes av 500 g sukker? Angi svaret i gram.

Finner først antall mol sukker:

$$n_{sukker} = m \cdot M = 500 \text{ g} \cdot \frac{(6 \cdot 12 + 12 \cdot 1,008 + 6 \cdot 16) \text{ g}}{\text{mol}} = 2,78 \text{ mol}$$

Finner antall mol etanol ved å se på støkiometrien i den balanserte reaksjonsligningen:

$$\frac{n_{etanol}}{n_{sukker}} = \frac{2}{1} \rightarrow n_{etanol} = 2 \cdot n_{sukker} = 2 \cdot 2,78 \text{ mol} = 5,55 \text{ mol}$$

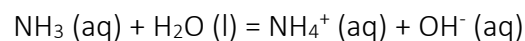
Finner massen etanol som dannes:

$$m_{sukker} = n \cdot M = 5,55 \text{ mol} \cdot \frac{(2 \cdot 12 + 6 \cdot 1,008 + 16) \text{ g}}{\text{mol}} = 256 \text{ gram}$$

Oppgave 3

a) Beregn pH i en 0,020 M NH₃-løsning:

Ammoniakk er en svak base og vi får delvis protolyse:



$$K_a = 5,7 \cdot 10^{-10}$$

$$K_b = 1,0 \cdot 10^{-14} / 5,7 \cdot 10^{-10} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Setter opp tabell:

	NH ₃	NH ₄ ⁺	OH ⁻
Start	0,020	0	~0
Endring	-x	+x	+x
Likevekt	0,020 - x	x	x

Setter opp uttrykket for basekonstanten:

$$K_b = [\text{NH}_4^+][\text{OH}^-] / [\text{NH}_3] = x^2 / 0,020 - x = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

$$x^2 + 1,75 \cdot 10^{-5}x - 3,5 \cdot 10^{-7} = 0$$

$$x = 5,83 \cdot 10^{-4}$$

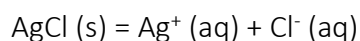
$$[\text{OH}^-] = x = 5,83 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log(5,83 \cdot 10^{-4}) = 3,2$$

$$\text{pH} = 14,0 - 3,2 = \mathbf{10,8}$$

b) Hvor mange mol AgCl kan du maksimalt få løst opp i 2,0 L vann ved 25 °C?

AgCl løses opp til:



$$K_{sp} = 2,0 \cdot 10^{-10}$$

Ved maksimalt oppløst AgCl er reaksjonen ovenfor en mettet løsning og derav i likevekt.

Finner konsentrasjon fra uttrykket for løselighetsproduktet:

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = x^2 = 2,0 \cdot 10^{-10}$$

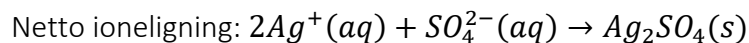
$$x = \sqrt{(2,0 \cdot 10^{-10})} = 1,41 \cdot 10^{-5}$$

Stoffmengden blir derav:

$$n = c \cdot V = 1,41 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \cdot 2,0 \text{ L} = \mathbf{2,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}$$

c) Vi blander en løsning av 0,40 L 0,080 M AgNO_3 med en løsning av 0,30 L 0,12 M Na_2SO_4 .
Avgjør ved regning om vi får utfelling.

Vi har følgende ioner i løsningen: Na^+ , Ag^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} . Det er kun Ag_2SO_4 som er et tungtløselig salt.



$$K_{sp} = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

Må beregne reaksjonskvotienten: $Q = [\text{Ag}^+]^2[\text{SO}_4^{2-}]$

Finner konsentrasjonen av ionene etter blanding:

$$[\text{Ag}^+] = \frac{[\text{AgNO}_3] \cdot V}{V_{tot}} = \frac{0,080\text{M} \cdot 400\text{ ml}}{(300 + 400)\text{ml}} = 0,0457\text{ mol/l}$$

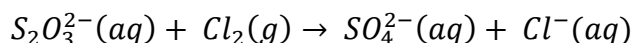
$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{[\text{Na}_2\text{SO}_4] \cdot V}{V_{tot}} = \frac{0,12\text{ M} \cdot 300\text{ ml}}{(300 + 400)\text{ml}} = 0,0514\text{ mol/l}$$

$$Q = (0,0457\text{mol/l})^2 \cdot 0,00514 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1,07 \cdot 10^{-4}$$

$Q > K_{sp}$ og vi har derfor en overmettet løsning $\rightarrow$ utfelling av Ag_2SO_4 .

Oppgave 4

a) Se på følgende redoksreaksjon:



Setter på oksidasjonstall:

Type atom	Venstre side	Høyre side
S	+2	+6
O	-2	-2
Cl	0	-1

Ser at oksidasjonstallet for O er uforandret, mens oksidasjonstallet for Cl og S endres i reaksjonen.

Finner ut hva som oksideres/reduceres:

Oksidasjonstallet for Cl endres fra 0 til -1, og Cl blir derfor redusert.

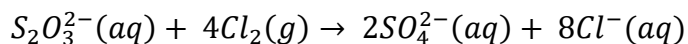
Oksidasjonstallet for S endres fra 2 til 6, og S blir derfor oksidert.

Setter opp halvreaksjoner og tar elektronbalanse:

Reduksjon: $S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow SO_4^{2-}(aq) + 8e^-$

Oksidasjon: $Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(aq)$ | * 4

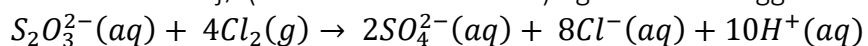
Total reaksjon:



Ladningsbalanse:

Venstre side	-2
Høyre side	-8-4= -12

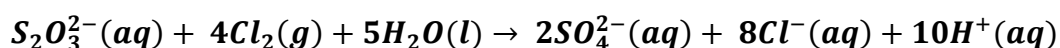
Vi antar surt miljø (overskudd av H^+ -ioner) og må derfor legge til 10 H^+ -ioner på høyre side.



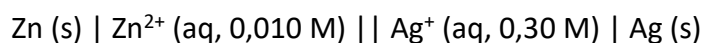
Massebalanse med hensyn på H og O:

Type atom	Venstre side	Høyre side
H	0	10
O	3	8

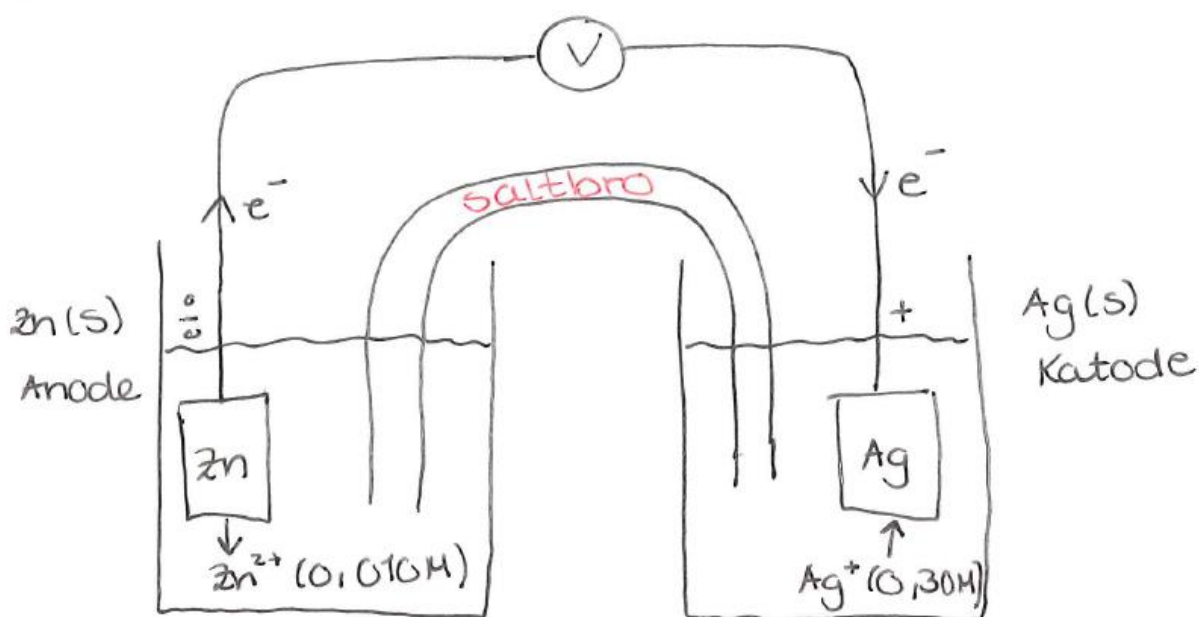
Legger til 5 vannmolekyl på venstre side:



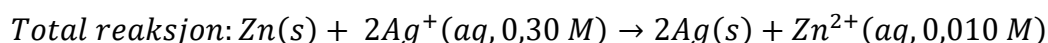
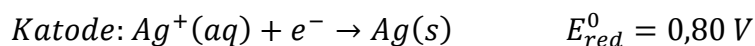
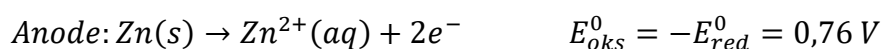
b) Vi har følgende galvaniske celle:



- i. Skisser cellen og vis hvordan ionene og elektronene beveger seg. Angi hva som er anode og katode.



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



$$E_{\text{celle}}^0 = E_{\text{red}}^0 + E_{\text{oks}}^0 = 0,76 \text{ V} + 0,80 \text{ V} = \underline{1,56 \text{ V}}$$

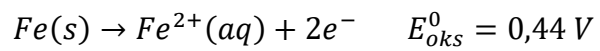
Bruker Nernst ligning for å beregne cellepotensialet, da vi ikke har standard tilstand (konsentrasjonen av ioner er ulik 1 M):

$$E = E^0 - \frac{0,059 \text{ V}}{n} \log Q = 1,56 \text{ V} - \frac{0,059 \text{ V}}{2} \log \frac{0,010 \text{ M Zn}^{2+}}{(0,30 \text{ M})^2 \text{ Ag}^+} = \underline{1,59 \text{ V}}$$

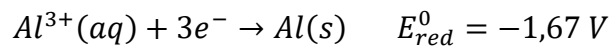
- c) En jerntank blir brukt til å lagre avfallsvann som inneholder blant annet ionene Al^{3+} og Ni^{2+} . Vil noen av disse ionene angripe jernet? Grunngi svaret ditt.

Vi må sjekke om Al^{3+} og Ni^{2+} kan bidra til at jern oksiderer (korroderer). For at dette skal skje spontant må $E^0 > 0$. For at Fe skal korrodere må det skje en tilsvarende reduksjonsreaksjon → reduksjon av Al^{3+} eller Ni^{2+} .

Oksidasjon av jern er gitt ved følgende halvreaksjon:



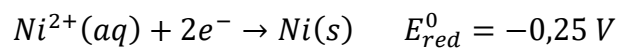
Sjekker for Al^{3+} :



$$E_{celle}^0 = 0,44 \text{ V} - 1,67 \text{ V} = -1,23 \text{ V}$$

Siden $E_{celle}^0 < 0$ vil ikke Al^{3+} angripe jernet.

Sjekker for Ni^{2+} :



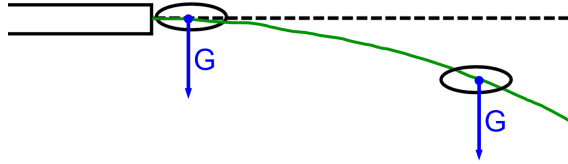
$$E_{celle}^0 = 0,44 \text{ V} - 0,25 \text{ V} = 0,19 \text{ V}$$

Siden $E_{celle}^0 > 0$ vil Ni^{2+} angripe jernet.

Løsningsforslag august 2018

Oppgave 5

a) Figuren under viser den eneste kraften som virker på kula etter at den har forlatt løpet: tyngdekraften G .



Ettersom kun tyngen virker, er kulas fart i horisontalretningen konstant, mens den har konstant akselerasjon lik tyngdeakselerasjonen g loddrett nedover.

b)

i) Vi skal beregne hvor langt under blinken kula lander dersom løpet peker rett mot blinken. I dette tilfellet er løpet og startfarten til kula helt horisontale, slik at vi får følgende bevegelseslikninger (startfarten i y -retning er nå null, og positiv y -retning velges nedover):

$$x = v_{0x}t = v_0t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0}$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

Svevetida er lik

$$t = \frac{100 \text{ m}}{1000 \text{ m/s}} = \underline{0,10 \text{ s}}$$

Kula har da falt følgende loddrette strekning under blinken:

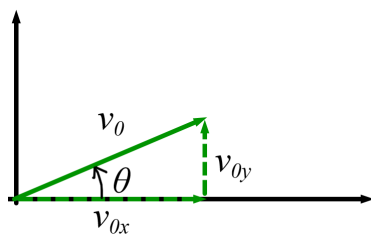
$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot (0,10 \text{ s})^2$$

$$= 0,04905 \text{ m}$$

$$\approx \underline{\underline{4,9 \text{ cm}}}$$

ii) Figuren under viser dekomponeringa av startfarten v_0 i en horisontalkomponent v_{0x} og en vertikalkomponent v_{0y} :

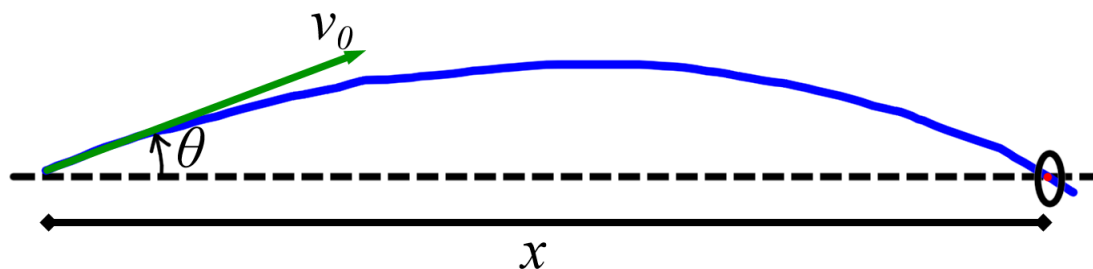


Som figuren viser er

$$v_{0x} = v_0 \cos \theta = 1000 \text{ m/s} \cdot \cos \theta$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta = 1000 \text{ m/s} \cdot \sin \theta$$

c) Vi skal bestemme vinkelen θ slik at kula treffer midt i blinken, slik figuren under viser.



For at dette skal være tilfellet, må $y = 0$ idet $x = 100$ m. Vi har de to bevegelseslikningene (velger nå positiv y -retning **oppover**)

$$x = v_{0x}t = v_0 \cos \theta t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \theta}$$

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2$$

Setter inn uttrykket for falltiden t i uttrykket for y :

$$y = v_0 \sin \theta t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$= v_0 \sin \theta \cdot \frac{x}{v_0 \cos \theta} - \frac{1}{2}g \left(\frac{x}{v_0 \cos \theta} \right)^2$$

$$= x \frac{\sin \theta}{\cos \theta} - \frac{1}{2} \frac{gx^2}{v_0^2 \cos^2 \theta}$$

Ettersom $y = 0$ idet kula treffer midt i blinken, skal vi løse

$$y = 0$$

$$x \frac{\sin \theta}{\cos \theta} - \frac{1}{2} \frac{gx^2}{v_0^2 \cos^2 \theta} = 0$$

Stryker felles faktorer:

$$\sin \theta - \frac{1}{2} \frac{gx}{v_0^2 \cos \theta} = 0$$

$$\sin \theta = \frac{1}{2} \frac{gx}{v_0^2 \cos \theta}$$

$$2 \sin \theta \cos \theta = \frac{gx}{v_0^2}$$

Vi kan nå bruke den oppgitte trigonometriske identiteten,

$$2 \sin \theta \cos \theta = \sin 2\theta,$$

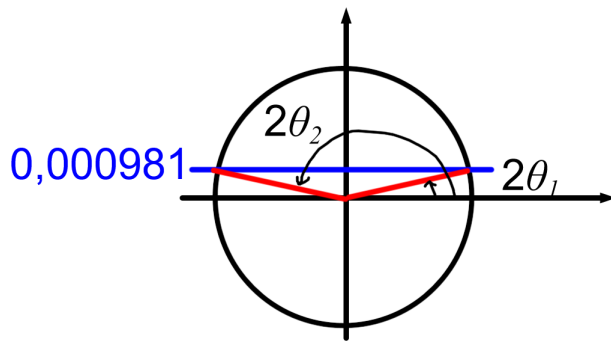
slik at likningen blir

$$\sin 2\theta = \frac{gx}{v_0^2}$$

Med de oppgitte verdiene blir likninga

$$\sin 2\theta = \frac{9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 100 \text{ m}}{(1000 \text{ m/s})^2} = \underline{0,000981}$$

Finner løsninger for vinkelen 2θ ved enhetssirkel:



Får løsningene

$$2\theta_1 = \arcsin 0,000981 = 0,0562^\circ \Rightarrow \theta_1 = \frac{1}{2} \cdot 0,0562^\circ = 0,0281^\circ \approx \underline{0,028^\circ}$$

$$2\theta_2 = 180^\circ - 2\theta_1 = 179,94^\circ \Rightarrow \theta_2 = \frac{1}{2} \cdot 179,94^\circ = 89,97^\circ \approx \underline{90^\circ}$$

Ettersom det er oppgitt at skytteren bruker en “liten” vinkel, er den interessante løsningen altså

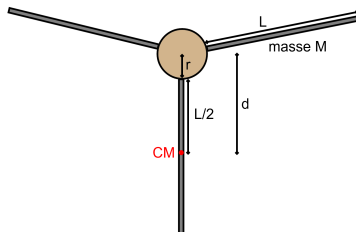
$$\theta = \underline{\underline{0,028^\circ}}$$

Oppgave 6

a) Hvis I_{blad} er treghetsmomentet til ett blad, og I_{aksel} treghetsmomentet til den sentrale akselen, blir det totale treghetsmomentet I til rotoren lik

$$I = 3 \cdot I_{blad} + I_{aksel}$$

Ettersom bladene roterer om en akse som er parallell med en akse gjennom massesenteret (CM), finner vi treghetsmomentene til hvert av bladene fra parallell akse-teoremet, slik figuren under illustrerer:



$$I_{blad} = I_{CM} + Md^2,$$

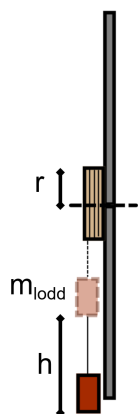
der $d = \frac{L}{2} + r$ er avstanden mellom massesenteret til en stang, og rotasjonsaksen. Får at:

$$I_{blad} = \frac{1}{12}ML^2 + M\left(\frac{L}{2} + r\right)^2$$

Det totale treghetsmomentet blir

$$\begin{aligned}
 I &= 3I_{blad} + I_{aksel} \\
 &= 3 \left(\frac{1}{12} ML^2 + M \left(\frac{L}{2} + r \right)^2 \right) + \frac{1}{2} mr^2 \\
 &= 3 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 1300 \text{ kg} \cdot (10 \text{ m})^2 + 1300 \text{ kg} \cdot \left(\frac{10 \text{ m}}{2} + 2,0 \text{ m} \right)^2 \right) + \frac{1}{2} \cdot 200 \text{ kg} \cdot (2,0 \text{ m})^2 \\
 &= 224000 \text{ kgm}^2 \\
 &\approx \underline{\underline{2,2 \cdot 10^5 \text{ kgm}^2}}
 \end{aligned}$$

b) Figuren under viser loddet som slippes:



Når loddet har falt en høyde h , har potensiell energi gått over til kinetisk energi for loddet som har fått fart v og rotasjonsenergi for rotoren, som har fått vinkelhastighet ω . Hvis loddet har masse m_{lodd} , blir energiregnskapet som følger:

$$m_{\text{lodd}}gh = \frac{1}{2}m_{\text{lodd}}v^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

Ettersom snora ikke glir på akselen, er

$$v = \omega r \Leftrightarrow \omega = \frac{v}{r},$$

slik at vi får

$$\begin{aligned}
 m_{\text{lodd}}gh &= \frac{1}{2}m_{\text{lodd}}v^2 + \frac{1}{2}I \left(\frac{v}{r} \right)^2 \\
 m_{\text{lodd}}gh &= \frac{1}{2}m_{\text{lodd}}v^2 + \frac{1}{2}I \frac{v^2}{r^2} \\
 2m_{\text{lodd}}gh &= m_{\text{lodd}}v^2 + I \frac{v^2}{r^2} \\
 I &= \frac{r^2}{v^2} \cdot m_{\text{lodd}} (2gh - v^2) \\
 &= m_{\text{lodd}}r^2 \left(\frac{2gh}{v^2} - 1 \right)
 \end{aligned}$$

Vi kan finne slutfarten ut i fra informasjonen om at loddet faller $h = 4,0 \text{ m}$ i løpet av $t = 25 \text{ s}$: vi har tidligere sett at et slikt lodd vil falle med konstant akselerasjon, og vi kan bruke en av bevegelseslikningene:

$$s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

Med $v_0 = 0$ og $s = h$ får vi

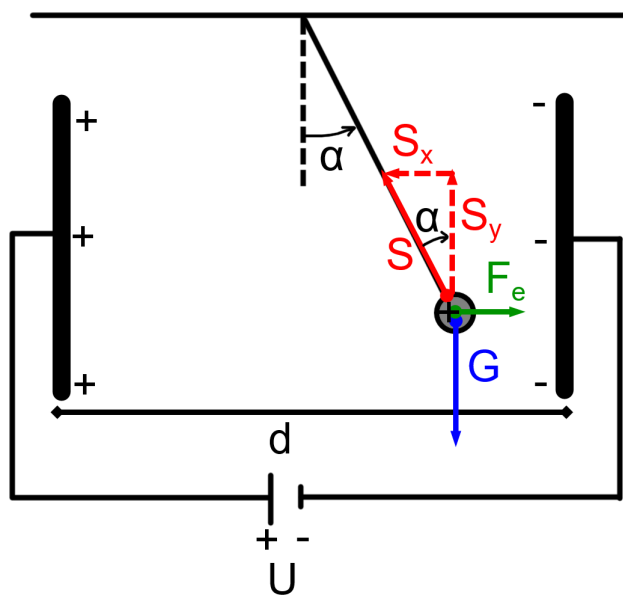
$$h = \frac{1}{2}vt \Rightarrow v = \frac{2h}{t}$$

Setter inn for v :

$$\begin{aligned} I &= m_{\text{lodd}} r^2 \left(\frac{2gh}{v^2} - 1 \right) \\ &= m_{\text{lodd}} r^2 \left(\frac{2gh}{\left(\frac{2h}{t}\right)^2} - 1 \right) \\ &= m_{\text{lodd}} r^2 \left(\frac{\frac{1}{2}gt^2}{h} - 1 \right) \\ &= 100 \text{ kg} \cdot (2,0 \text{ m})^2 \left(\frac{\frac{1}{2} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot (25 \text{ s})^2}{4,0 \text{ m}} - 1 \right) \\ &= 306163 \text{ kgm}^2 \\ &\approx \underline{\underline{3,1 \cdot 10^5 \text{ kgm}^2}} \end{aligned}$$

Oppgave 7

a) Figuren under viser kreftene som virker på den ladde kula:



Kreftene som virker er tyngden G ; snordraget S og en elektrisk kraft F_e . Ettersom kula henger som den gjør, er den **positivt** ladd.

b) Vi skal bestemme ladningen q på kula. Ut i fra figuren og det faktum at kula henger i ro, er

$$\begin{aligned} S_y &= G = mg \\ S_x &= F_e = qE, \end{aligned}$$

der E er den elektriske feltstyrken som har følgende sammenheng med platespenningen U og -avstanden d :

$$E = \frac{U}{d}$$

Ut i fra figuren er

$$S_x = S_y \tan \alpha = mg \tan \alpha,$$

slik at

$$\begin{aligned} qE = S_x = mg \tan \alpha &\Rightarrow q = \frac{mg \tan \alpha}{E} \\ q &= \frac{mg \tan \alpha}{\frac{U}{d}} \\ &= \frac{mgd \tan \alpha}{U} \\ &= \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,60 \text{ m} \cdot \tan 20^\circ}{60 \text{ V}} \\ &= \underline{\underline{3,6 \cdot 10^{-4} \text{ C}}} \end{aligned}$$

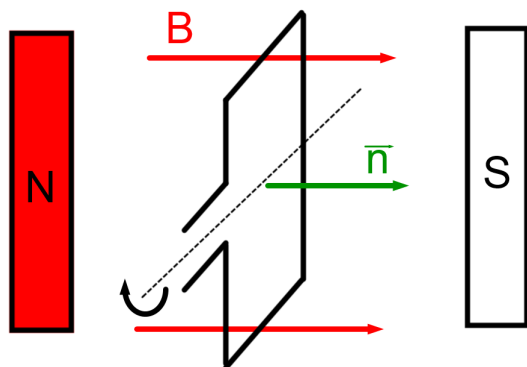
Som tidligere observert, ut i fra måten kula henger på, er kula **positivt** ladd.

c) Når spenningen mellom platene endres, endres den elektriske feltstyrken mellom platene - alt annet er uendret (inkludert ladningen på kula). Vi kan derfor ta utgangspunkt i uttrykket fra forrige oppgave, og løse dette med hensyn på vinkelen α :

$$\begin{aligned} q &= \frac{mgd \tan \alpha}{U} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{qU}{mgd} \\ \alpha &= \tan^{-1} \left(\frac{qU}{mgd} \right) \\ &= \tan^{-1} \left(\frac{3,6 \cdot 10^{-4} \text{ C} \cdot 100 \text{ V}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 0,60 \text{ m}} \right) \\ &= 31,45^\circ \\ &\approx \underline{\underline{31^\circ}} \end{aligned}$$

Oppgave 8

a) Figuren under viser sløyfa i magnetfeltet, med sløyfas normalvektor $\vec{n}$ inntegnet.



Vi skal bestemme fluksen gjennom strømsløyfa som funksjon av tiden. Fra formelarket er fluksen Φ gitt ved

$$\Phi = BA \cos \phi,$$

der A er arealet av sløyfa, og ϕ er vinkelen mellom sløyfas normalvektor og magnetfeltet $\vec{B}$. Denne vinkelen er $\phi = 0$ ved $t = 0$ (normalvektor er parallell med magnetfeltet), og vil så øke

etterhvert som sløyfa roteres med konstant vinkelhastighet. Fra formelen for rotert vinkel har vi

$$\phi = \phi_0 + \omega t,$$

der vinkelfarten tilsvarer 2,0 rotasjoner per sekund, dvs. en vinkelfart lik

$$\omega = 2,0 \cdot 2\pi \text{ s}^{-1} = 4,0\pi \text{ s}^{-1},$$

og ettersom startvinkelen er $\phi_0 = 0$, er

$$\phi = \omega t = 4,0\pi \text{ s}^{-1} \cdot t$$

Fluksen blir (unnlater å skrive inn enheten på vinkelfarten):

$$\begin{aligned}\Phi &= BA \cos \phi \\ &= BA \cos(4,0\pi t) \\ &= 0,10 \text{ T} \cdot 0,50 \text{ m} \cdot 0,50 \text{ m} \cdot \cos(4,0\pi t) \\ &= \underline{\underline{0,025 \text{ Tm}^2 \cdot \cos(4,0\pi t)}}\end{aligned}$$

b) Den induerte emsen ε i sløyfa er gitt fra Faradays induksjonslov (tar med enheten på vinkelhastigheten for å få riktige enheter i uttrykket):

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -\frac{d\Phi}{dt} \\ &= -\frac{d}{dt}(0,025 \text{ Tm}^2 \cdot \cos(4,0\pi \text{ s}^{-1} \cdot t)) \\ &= -0,025 \text{ Tm}^2 (-\sin(4,0\pi \text{ s}^{-1} \cdot t)) \cdot 4,0\pi \text{ s}^{-1} \\ &= \underline{\underline{0,31 \text{ V} \sin(4,0\pi \text{ s}^{-1} \cdot t)}}\end{aligned}$$

Skisserer $\varepsilon(t)$ for én omdreining av sløyfa:

