

Uke 32 og 34 – Forkurs og Støkiometri

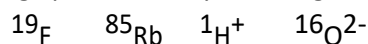
Tema

Introduksjon til de viktigste konseptene du må kunne for å henge med i kjemiundervisningen. I kjemi må du kunne se for deg stoffer som atomer og molekyler som danner forbindelser med helt bestemte sammensetninger (støkiometri), samtidig som du ser mengder av disse som forbindelser som tar form og volum. I starten fokuserer vi mye på hvordan presentere mengder av forbindelser, forhold mellom atomer, og fornuftige enheter.

1. Atomet
2. Periodesystemet
3. Kjemiske formler
4. Aggregattilstander
5. Avogadros tall
6. Konsentrasjon
7. Kjemisk ligning

Oppgave 1a Atomet og dens elementærpartikler

Hvor mange protoner, nøytroner og elektroner har følgende atomer/ioner?



Svar:

F: 9 protoner, 10 nøytroner, 9 elektroner

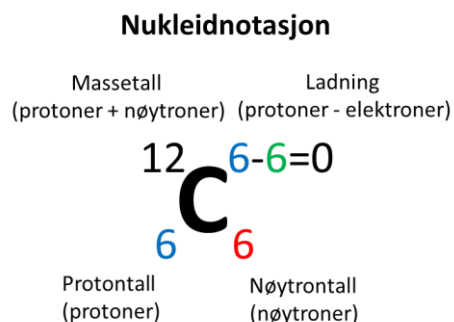
Rb: 37 protoner, 48 nøytroner, 37 elektroner

H: 1 protoner, 0 nøytroner, 0 elektroner

O: 8 protoner, 8 nøytroner, 10 elektroner

Forklaring:

Ta utgangspunkt i nukleidenotasjonen. I eksemplene er massetallet og ladningen oppgitt, mens din jobb er å bestemme resten. For nøytrale atomer oppgir en ikke ladning, dvs. en skriver ikke 0.



Oppgave 2a Periodesystemet

a) Hvordan er grupper og perioder organisert i periodesystemet?

b) Hvilke grunnstoffer hører til følgende grupper i periodesystemet?

Grupper

Alkalimetallene

Halogenene

Edelgassene

Grunnstoffer

Cl, Rubidium, Te, kalsium, Zr, Xenon,
Fr, Hafnium, At, He, Barium, K, Iod,
Ar, Radon

Svar:

- a) Grupper som vertikale kolonner, perioder som horisontale rader
- b) Alkalimetallene: Rubidium, Fr, K,
Halogenene: Cl, Iod, At
Edelgassene: Xenon, He, Ar, Radon
De resterende stoffene tilhører ingen av gruppene i oppgaven.

Forklaring:

- a) Grunnstoffene i same gruppe ligner på hverandre, og får ofte navn etter hvilken gruppe de er i, slik som alkalimetallene, jordalkalimetallene, chalkogenidene, edelgassene osv. Periodene viser trender i egenskaper når en går fra venstre til høyre ettersom en fyller ett elektron (og proton) for hvert steg.
- b) Finn hvor de ulike grunnstoffene er i periodesystemet og les av gruppe de tilhører. Noen av grunnstoffene er oppgitt med navn og andre med symbol.

Oppgave 3a Masseprosent, empirisk formel og molekylformel

- a) Hva er masseprosenten til N i NH_3 ?
- b) Et stoff består av 5,9 % H og 94,1 % O. Finn stoffets empiriske formel og foreslå navn og molekylformel.

Svar:

- a) 82,3 masse%
- b) Empirisk formel = OH, molekylformel = H_2O_2 , navn = hydrogenperoksid.

Forklaring:

- a) masseprosent N = $(\text{masse N} / \text{total masse}) \cdot 100\% = (14,01 / 17,03) \cdot 100\% = 82,3 \%$
masseprosent H = $100\% - 82,3\% = 17,7\%$
- b) Antar at vi har 100 g som vil gi 5,9 g H, $n(\text{H}_2) = 5,9 \text{ g} / (1,008 \text{ g/mol}) = 5,85 \text{ mol}$
94,1 g O, $n(\text{O}_2) = 94,1 \text{ g} / (16,00 \text{ g/mol}) = 5,88 \text{ mol}$
Forholdstall $\approx 1:1$, empirisk formel HO.
OH er et radikal (dvs en forbindelse med et odde antall elektroner). Radikaler er svært ustabile og har kort levetid. Dimeren, med molekylformel H_2O_2 er derimot et stabilt molekyl. Dette molekylet heter hydrogenperoksid.

Oppgave 3b Masseprosent MSO_4

I et salt MSO_4 utgjør det ukjente metallet **M** 37,93 % av massen. Hva er **M**?

Svar:

Ni

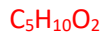
Forklaring:

Sulfat, med masse $32,07 + 4 \times 16,00 \text{ g/mol} = 96,07 \text{ g/mol}$, utgjør $100,00 - 37,93 = 62,07\%$ av massen til saltet. Totalmassen er da $96,07 \text{ g/mol} / 0,6207 = 154,78 \text{ g/mol}$
Molmassen til metallet er $154,78 - 96,07 \text{ g/mol} = \underline{58,71 \text{ g/mol}}$.
Det stemmer bra med Ni

Oppgave 3c Masseprosent organisk forbindelse

En organisk forbindelse med formel $C_xH_yO_z$ inneholder 58,8 % C, 9,9 % H og 31,3 % O. Finn empirisk formel.

Svar:



Forklaring:

Antar 100 g. Har da:

58,8 g C, antall mol $n = 58,8 \text{ g} / 12,01 \text{ g/mol} = \underline{4,90 \text{ mol}}$

9,9 g H, $n = 9,9 \text{ g} / 1,008 \text{ g/mol} = \underline{9,82 \text{ mol}}$

31,3 g O, $n = 31,3 \text{ g} / 16,00 \text{ g/mol} = \underline{1,95 \text{ mol}}$

Deler alle tall på det minste tallet, 1,95: C = 2,51, H = 5,03, O = 1,00

Ved å multiplisere med 2 får vi heltall og dermed empirisk formel $C_5H_{10}O_2$

Oppgave 3d Definisjonsforskjeller (Empirisk formel, ioniske stoffer, hydrat, syre/base)

- Forklar forskjellen på empirisk formel og struktur formel?
- Hva er forskjellen mellom ioniske og molekylære forbindelser?
- Hva er forskjellen på organiske og uorganiske forbindelser?
- Hva er et hydrat?
- Hva er definisjonen på en syre og en base? Hvilke av dem er farligst for mennesker?

Svar:

Slå opp på definisjonene enn så lenge, mer utdypende forklaring kommer.

Forklaring:

- Empirisk formel forteller hvilke elementer som er tilstede i molekylet og forholdstallet mellom dem. Den oppgir IKKE det nøyaktige antallet elementer i molekylstrukturen. Strukturformel viser BÅDE det nøyaktige antallet elementer i molekylet OG hvordan disse er bundet sammen i molekylstrukturen.
- Ioniske stoffer er bundet sammen ved hjelp av ladninger og kalles gjerne for SALTER. Ioniske forbindelser danner ofte rigide/krystallinske nettverk. Salter løses i vann til sine ioner. Molekylære forbindelser består av mindre enheter med sterke bindinger innad i molekylet (intra) og svake bindinger mellom molekylene (inter). Faste molekylære forbindelser kan løses til sine individuelle molekyler og fortsette å være samme forbindelse, men dersom et molekyl deles, så blir forbindelsen til noe annet = fragmentene til molekylet.
- Organiske stoffer er bundet sammen ved hjelp av kovalente bindinger og består i hovedsak av elementene C, H, O og N. En annen populær definisjon er å si at organiske forbindelser inkluderer alt med karbon unntatt de rene karbonforbindelsene (diamant, grafitt, C_{60}), CO og CO_2 . Det finnes dog tvilstilfeller her også, så du vil møte ulike definisjoner i grensen.

Uorganiske forbindelser inkluderer alt annet enn organiske forbindelser.

- Stoffer som har et antall vannmolekyler bundet til seg.
- Vi lærer om to definisjoner, Lewis og Brønsted:
Lewis: Syre aksepterer elektronpar, base donerer elektronpar.
Brønsted: Syre donerer protoner (H^+), base aksepterer protoner/donerer hydroksidioner (OH^-)

Begge er like farlige for mennesker. Det handler bare om hvor sterke de er, men av erfaring kan jeg si at det er adskillig mer smertefullt å få konsentrert base på hånden enn konsentrert syre. Huden virker mer resistent mot syrer enn baser.

Oppgave 4a Definisjonen av mol

Ett enkelt ^{12}C -atom veier $1,9927 \cdot 10^{-23}$ g. Hvor mye (i g) veier da

- a) 100 millioner ^{12}C -atomer?
- b) 10^{23} C-atomer?
- c) $6,000 \cdot 10^{23}$ C-atomer?
- d) $6,022 \cdot 10^{23}$ C-atomer?
- e) Hvorfor er *mol* en egnet størrelse for å måle stoffmengde?

Svar:

- a) $1,9927 \cdot 10^{-15}$ g
- b) 1,993 g
- c) 11,956 g
- d) 12,000 g
- e) Får et antall gram som er det samme som massen for et enkelt molekyl/ion/formelenhet målt i u. «Håndgripelige» stoffmengder.

Forklaring:

- f) $100 \text{ millioner} = 10^8 \rightarrow 10^8 \cdot 1,9927 \cdot 10^{-23} \text{ g} = 1,9927 \cdot 10^{-15} \text{ g}$
- g) $10^{23} \cdot 1,9927 \cdot 10^{-23} \text{ g} = 1,993 \text{ g}$
- h) $6,000 \cdot 10^{23} \cdot 1,9927 \cdot 10^{-23} \text{ g} = 11,956 \text{ g}$
- i) $6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1,9927 \cdot 10^{-23} \text{ g} = 12,000 \text{ g}$
- j) Får et antall gram som er det samme som massen for et enkelt molekyl/ion/formelenhet målt i u. «Håndgripelige» stoffmengder.

Oppgave 4b Et stort tall

Et norsk kronestykke er 1,70 mm tykt. Hvor langt ut i verdensrommet kommer du om du stabler ett *mol* kronestykker oppå hverandre? Det kan være hensiktsmessig å angi avstanden i lysår = $9,4607 \cdot 10^{12}$ km.

Svar:

108209 lysår

Forklaring:

$1 \text{ mm} = 10^{-6} \text{ km}$
 $(1,7 \text{ mm} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}) / (10^6 \text{ mm/km}) = 1,023 \cdot 10^{18} \text{ km} = 108209 \text{ lysår}$
som er omtrent diameteren på vår galakse

Oppgave 4c Molar masse

- a) Hva er massen til hydrogenatomene i 5,00 mol druesukker, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$?
- b) Hvor mange atomer av nitrogen og hydrogen har du i 34,06 g NH_3 ?

Svar:

- a) 60,48 g
- b) 2 mol N-atomer = $1,204 \cdot 10^{24}$ og 6 mol H-atomer = $3,613 \cdot 10^{24}$

Forklaring:

- a) $n(\text{H}_2) = 5,00 \text{ mol} \cdot 12 = 60,00 \text{ mol H atomer i } 5,00 \text{ mol druesukker}$
 $m = n \cdot M = 60,00 \text{ mol} \cdot 1,008 \text{ g/mol} = 60,48 \text{ g}$
- b) $M(\text{NH}_3) = (14,01 + 3 \cdot 1,008) \text{ g/mol} = 17,03 \text{ g/mol}$,
 $n(\text{NH}_3) = m/M = 34,06 \text{ g}/17,03 \text{ g/mol} = 2,00 \text{ mol}$.
 Vi har følgelig 2 mol N-atomer = $1,204 \cdot 10^{24}$ og 6 mol H-atomer = $3,613 \cdot 10^{24}$

Oppgave 4d Mol, molar masse, molekylformler og masseprosent

a) Dimetylsulfoksid $[(\text{CH}_3)_2\text{SO}]$, også kalt DMSO, er et viktig løsningsmiddel som går igjennom huden og dermed brukes (i små mengder!) i løsninger av legemidler som påføres huden. Beregn antall C-, S-, H- og O-atomer i $7,14 \cdot 10^3 \text{ g DMSO}$.

b) Ranger disse seks stoffene fra lavest til høyest antall mol H-atomer:

- i) 70,0 g HCl(g)
- ii) 0,20 mol druesukker, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
- iii) 3,8 g $\text{H}_2(\text{g})$
- iv) 27,2 g vann
- v) 200 L luft (1 atm. trykk, 25 °C)
- vi) 1,1 mol ammoniakk, NH_3

c) En forbindelse har molar masse 72,06 g/mol. Den inneholder 66,6% karbon, 11,2 % hydrogen og 22,2 % oksygen. Bestem den empiriske formelen og molekylformelen (KJM1100-eksamen des. 2014).

Svar:

- a) 91,4 mol DMSO: C: $1,10 \cdot 10^{26}$, H: $3,30 \cdot 10^{26}$, S = O: $5,50 \cdot 10^{25}$
- b) $v < i < ii < iv < vi < iii$
- c) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$

Forklaring:

- a) $M((\text{CH}_3)_2\text{SO}) = (12,01 \cdot 2 + 1,008 \cdot 6 + 32,07 + 16,00) \text{ g/mol} = 78,14 \text{ g/mol}$,
 $n((\text{CH}_3)_2\text{SO}) = m/M = 7,14 \cdot 10^3 \text{ g} / 78,14 \text{ g/mol} = 91,4 \text{ mol}$
 C: $91,4 \text{ mol} \times 2 \times N_A = 1,10 \cdot 10^{26}$ De øvrige følger av støkiometrien i molekylet
 H: $3,30 \cdot 10^{26}$, S = O: $5,50 \cdot 10^{25}$

b) Ranger disse seks stoffene fra lavest til høyest antall mol H-atomer:

- | | |
|--|--------------|
| i) 70,0 g HCl(g) | ca 2 mol |
| ii) 0,20 mol druesukker, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ | 2,4 mol |
| iii) 3,8 g $\text{H}_2(\text{g})$ | nesten 4 mol |
| iv) 27,2 g vann | ca 3 mol |
| v) 200 L luft (1 atm. trykk, 25 °C) | ≈ 0 |
| vi) 1,1 mol ammoniakk, NH_3 | 3,3 mol |

$v < i < ii < iv < vi < iii$

- a) 100 g av forbindelsen inneholder $(66,6/12,01) \text{ mol} = 5,545 \text{ mol karbon}$, $(11,2/1,008) \text{ mol} = 11,11 \text{ mol hydrogen}$ og $(22,2/16,00) \text{ mol} = 1,388 \text{ mol oksygen}$.
 Forholdstallene mellom antall mol av de forskjellige atomslagene blir $5,545/1,388 = 4,00$;
 $11,11/1,388 = 8,00$ og $1,388/1,388 = 1,00$.
 Den enkleste (empiriske) molare formelen blir $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ som har molar masse = 72,10 g/mol.
 Den empiriske formelen og molekylformelen er den samme.

Oppgave 4e Molar masse

- Hva er massen til $7,80 \times 10^{18}$ karbonatomer?
- 0,274 mol av et stoff veier 62,5 g. Hva er den molare massen til stoffet i g/mol?
- Den molare massen til acetylsalisylsyre er 180,2 g/mol. Hvor mange molekyler er det i en 500 mg tablett?
- Hvor mange mol oksygen atomer er det i 10 mol KClO_3 ?

Svar:

- 0,156 mg
- 228,1 g/mol
- $1,67 \cdot 10^{21}$ molekyler
- 30 mol

Forklaring:

- Hva er massen til $7,80 \times 10^{18}$ karbonatomer?

$$\frac{7,80 \cdot 10^{18} \text{ atomer}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} * 12,01 \text{ g/mol} = 1,56 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 0,156 \text{ mg}$$

- 0,274 mol av et stoff veier 62,5 g. Hva er den molare massen til stoffet i g/mol?

$$\frac{62,5 \text{ g}}{0,274 \text{ g/mol}} = 228,1 \text{ g/mol}$$

- Den molare massen til acetylsalisylsyre er 180,2 g/mol. Hvor mange molekyler er det i en 500 mg tablett?

$$\frac{0,5 \text{ g}}{180,2 \text{ g/mol}} * 6,022 * 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1,67 * 10^{21} \text{ molekyler}$$

- Hvor mange mol oksygen atomer er det i 10 mol KClO_3 ?
Formelen viser at det er 3 oksygenatomer pr. molekyl. Da vil 10 mol molekyler gi 3 ganger mer oksygenatomer, altså $3 \cdot 10 \text{ mol} = 30 \text{ mol}$

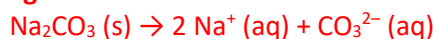
Oppgave 5a Molaritet

Vi løser 0,100 mol av det lettløselige saltet natriumkarbonat, Na_2CO_3 (s), i 500 mL vann. Hva blir konsentrasjonen til Na^+ og CO_3^{2-} i løsningen?

Svar:

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \underline{0,200 \text{ M}}$$
$$[\text{Na}^+] = \underline{0,400 \text{ M}}$$

Forklaring:



Én formelenhet av saltet gir ett karbonation og to natriumioner

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 0,100 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = \underline{0,200 \text{ M}}$$

$$[\text{Na}^+] = 0,200 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = \underline{0,400 \text{ M}}$$

Oppgave 5b Stoffmengde – konsentrasjon

- a) 5,85 g natriumklorid løses i 180 g vann.
- Beregn masseprosenten av NaCl i løsningen.
 - NaCl er lettløselig. Beregn *molariteten* (konsentrasjonen) av NaCl i løsningen. Anta at totalvolumet for løsningen er 180 mL.
- b) Hva er konsentrasjonen i mol/L av:
- 2 mol NaCl i 3 L vann?
 - 0,5 mol NaCl i 2 L vann?
 - 4 g NaOH i 0,5 L vann?
 - 4 g NaOH i 200 mL vann?
- c) Hvor mange gram stoff må veies inn for å lage 1,0 L med 2,0 mol/L CuSO₄ av
- Vannfritt kobber(II)sulfat
 - Kobber(II)sulfat pentahydrate
- d) Beregn stoffmengden av kloridioner i 100 mL
- 0,5 mol/L NaCl
 - 0,1 mol/L CuCl₂
 - 1 mol/L FeCl₃

Svar:

- a) i. 3.25 masse%, ii. 0.56 mol/L
b) i. 0.67 mol/L, ii. 0.25 mol/L, iii 0.2 mol/L, 0.5 mol/L
c) i. 319 g, ii. 499 g
d) i. 0.05 mol/L, ii. 0.02 mol/L, iii. 0.3 mol/L

Forklaring:

- a) 5,85 g natriumklorid løses i 180 g vann.
- Beregn masseprosenten av NaCl i løsningen.
$$\frac{5,85 \text{ g}}{180 \text{ g}} * 100\% = 3,25\%$$
 - NaCl er lettløselig. Beregn *molariteten* (konsentrasjonen) av NaCl i løsningen. Anta at totalvolumet for løsningen er 180 mL.
$$\frac{5,85 \text{ g}}{\frac{22,99 \text{ g}}{\text{mol}} + \frac{35,45 \text{ g}}{\text{mol}}} = 0,1 \text{ mol} \rightarrow \frac{0,1 \text{ mol}}{0,180 \text{ L}} = 0,56 \text{ mol/L}$$
- b) Hva er konsentrasjonen i mol/L av:
- 2 mol NaCl i 3 L vann? $2 \text{ mol} / 3 \text{ L} = 0,67 \text{ mol/L}$
 - 0,5 mol NaCl i 2 L vann? $0,5 \text{ mol} / 2 \text{ L} = 0,25 \text{ mol/L}$
 - 4 g NaOH i 0,5 L vann? $4 \text{ g} / (23 \text{ g/mol} + 16 \text{ g/mol} + 1 \text{ g/mol}) / 0,5 \text{ L} = 0,2 \text{ mol/L}$
 - 4 g NaOH i 200 mL vann? $4 \text{ g} / (40 \text{ g/mol}) / 0,200 \text{ L} = 0,5 \text{ mol/L}$
- c) Hvor mange gram stoff må veies inn for å lage 1,0 L med 2,0 mol/L CuSO₄ av

- i. Vannfritt kobber(II)sulfat
Formelmasse for $\text{CuSO}_4 = 159,62 \text{ g/mol}$
 $159,62 \text{ g/mol} * 2 \text{ mol/L} * 1,0 \text{ L} = \underline{319,24 \text{ g}}$
- ii. Kobber(II)sulfat pentahydrate
Formelmasse for $\text{CuSO}_4 * 5\text{H}_2\text{O} = 249,7 \text{ g/mol}$
 $249,7 \text{ g/mol} * 2 \text{ mol/L} * 1,0 \text{ L} = \underline{499,4 \text{ g}}$

- d) Beregn stoffmengden av kloridioner i 100 mL: $100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$
- i. $0,5 \text{ mol/L NaCl}$ $0,5 \text{ mol/L} * 0,1 \text{ L} * 1 \text{ Cl per formelenhet} = 0,05 \text{ mol/L}$
 - ii. $0,1 \text{ mol/L CuCl}_2$ $0,1 \text{ mol/L} * 0,1 \text{ L} * 2 \text{ Cl per formelenhet} = 0,02 \text{ mol/L}$
 - iii. 1 mol/L FeCl_3 $1 \text{ mol/L} * 0,1 \text{ L} * 3 \text{ Cl per formelenhet} = 0,3 \text{ mol/L}$

Oppgave 5c Batterisyre – konsentrasjon

- a) Batterisyre inneholder 38,0 % svovelsyre (masseprosent), og tettheten er 1,84 g/mL. Hva er konsentrasjonen i mol/L av denne svovelsyren?
- b) Av en konsentrert saltsyre, 12 mol/L, skal man lage 1,0 L av 2,0 mol/L HCl. Hvor stort volum konsentrert saltsyre skal man ta ut og fortynne til 1,0 L

Svar:

- a) 7.13 mol/L
- b) 167 mL

Forklaring:

- a) Formelmasse for svovelsyre = $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98,079 \text{ g/mol}$
Metode 1: Hvor mye veier 1 L svovelsyre? Svar: $1000 \text{ mL} * 1,84 \text{ g/mL} = 1840 \text{ g}$
Hvor mye er 38% av dette? Svar: $1840 * 0,38 = 699,2 \text{ g (pr. L)}$
Hva er da konsentrasjonen? Svar: $699,2 \text{ g/L} / 98,079 \text{ g/mol} = \underline{7,13 \text{ mol/L}}$
Metode 2: $\frac{38\% * 1,84 \text{ g/mL}}{98,079 \text{ g/mol}} * 10 = \underline{7,13 \text{ mol/L}}$

- b) $C_1 * V_1 = C_2 * V_2$ $C_2 = 2,0 \text{ mol/L}, V_2 = 1,0 \text{ L}, C_1 = 12 \text{ mol/L}, V_1 = ?$
 $V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = 0,167 \text{ L} = \underline{167 \text{ mL}}$

Oppgave 5d Cyanid på avveie - konsentrasjon

Se på artikkelen under



CYANID: Dosen med kaliumcyanid kan være dødelig for opptil 125 personer. Beholderens høyde med løkk er 95 millimeter og har en diameter på 42 millimeter. Foto: Merck Norway

25 gram kaliumcyanid er på avveie - kan ta livet av 125 personer

Cyanidleverandøren bekrefter at det er en beholder med 25 gram kaliumcyanid som er på avveie. Den aktuelle dosen kan være dødelig for mange.

Av RANO TAHSEEN og NANNA JOHANNESSEN
Oppdatert 25 februar

I Februar 2019 ble en bil som skulle frakte 25 g KCN til UIO stjålet mens sjåføren hadde forlatt bilen midlertidig. Dette ble mye omtalt i media og utrykningsetatene ble satt i beredskap. Frykten var at stoffet skulle bli brukt i ondsinnet hensikt mot Oslos befolkning. Et tenkt scenario er at stoffet ble tilsatt drikkevannet i den hensikt å forgifte det. Oslos drikkevann utgjør i snitt et volum på ca. 200 000 m³.

- b) Regn ut hvor stor konsentrasjonen av KCN blir om hele beholdningen på 25 g helles ut i drikkevannet. Beregn både i:
- g/L
 - mol/L
 - Sammenlikne svaret ditt med hva som er dødelig konsentrasjon (LD50 ved svelging) av KCN (LD50 KCN: ~5 mg/kg).
- c) Ut fra svarene dine a): hvor mange liter KCN-holdig vann må en person på 70 kg drikke for å nå LD50?

Svar:

- a) i. $1,25 \cdot 10^{-7}$ g/L
ii. $1,92 \cdot 10^{-9}$ mol/L
iii. Sammenlign 0.005 g/kg med $1,25 \cdot 10^{-7}$ g/L
- b) $2.8 \cdot 10^6$ L

Forklaring:

- a) Volum drikkevann i liter = $200\,000\text{ m}^3 \cdot 1000 = 2 \cdot 10^8$ L vann
- Konsentrasjon i g/L = $25\text{ g} / 2 \cdot 10^8\text{ L} = 1,25 \cdot 10^{-7}$ g/L
 - Formelmasse for KCN = $(39.10 + 12.01 + 14.01)$ g/mol = 65.12 g/mol
antall mol KCN i 25 g = $25\text{ g} / 65.12\text{ g/mol} = 0.3839$ mol
Konsentrasjon i mol/L = $0.3839\text{ mol} / 2 \cdot 10^8\text{ L} = 1,92 \cdot 10^{-9}$ mol/L = 1,92 nmol/L
 - LD50 KCN: ~5 mg/kg, mens konsentrasjonen i drikkevannet er $1,25 \cdot 10^{-7}$ g/kg vann

(Farlig konsentrasjon i drikkevann er oppgitt til: $25 \text{ mg/m}^3 = 25 \text{ }\mu\text{g/kg}$ vann)

- b) Person på 70 kg må drikke en mengde tilsvarende $70 \text{ kg} * 5 \text{ mg/kg} = 350 \text{ mg KCN}$. Med en konsentrasjon på $1,25 * 10^{-7} \text{ g/L}$ tilsvarer dette $0.350 \text{ g} / 1,25 * 10^{-7} \text{ g/L} = 2.8 * 10^6 \text{ L}$ (2.8 millioner liter vann). Da er det kanskje andre ting som blir en større utfordring før en kommer så langt.

Oppgave 6a Konsentrasjoner og fortykning

- a) Beregn hvor mange gram du må løse av saltet $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s})$ i 0,200 L vann for å få en løsning der $[\text{Na}^+] = 0,500 \text{ M}$.
- b) Du blander tre løsninger A, B og C av sukker i vann.
A: 0,500 L, 0,200 M B: 0,200 L, 0,300 M C: 0,600 L, 0,100 M
Hva blir sukkerkonsentrasjon (i M) i blandingen?
- c) En homeopat blander 0,0050 mol av et «aktivt preparat» i 100 mL vann. Han fortykker deretter denne løsningen med vann til 1/100 av opprinnelig konsentrasjon (1 mL løsning + 99 mL rent vann). Denne prosessen gjentas 10 ganger (11 fortykninger totalt). Hva er sannsynligheten for at den avsluttende løsningen, med volum 100 mL, inneholder ett enkelt molekyl av virkestoffet?

Svar:

- a) 7,10 g
b) 0,169 M
c) Ca. 30 %

Forklaring:

- a) $M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 22,99 \times 2 + 32,07 + 16,00 \times 4 = 142,05 \text{ g/mol}$
 $n(\text{Na}^+) = c \cdot V = 0,500 \text{ M} \cdot 0,200 \text{ L} = \underline{0,100 \text{ mol}}$
 $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} n(\text{Na}^+) = \underline{0,0500 \text{ mol}}$
 $m = n \cdot M = 0,0500 \text{ mol} \cdot 142,05 \text{ g/mol} = \underline{7,10 \text{ g}}$
- b) Finner antall mol sukker i hver: $n_A = 0,200 \text{ M} \cdot 0,500 \text{ L} = 0,100 \text{ mol}$, $n_B = 0,060 \text{ mol}$, $n_C = 0,060 \text{ mol}$
 $c_{\text{total}} = n_{\text{total}}/V_{\text{total}} = (0,100 + 0,060 + 0,060) \text{ mol} / (0,500 + 0,200 + 0,600) \text{ L} = \underline{0,169 \text{ M}}$
- c) Antall molekyler ved start = $0,0050 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 3,011 \cdot 10^{21}$ molekyler
Ved hver fortykning synker konsentrasjonen med en faktor $100 = 10^2$
11 fortykninger gir en total fortykningsgrad på $1,0 \cdot 10^{22}$
Antall molekyler i den avsluttende løsningen er $3,011 \cdot 10^{21} \text{ molekyler} / 1,0 \cdot 10^{22} = 0,3011$. Det er da 30,11 % sjans for å finne et molekyl av virkestoffet.
Man kan også se det slik at konsentrasjonen etter det nest siste steget er 300 molekyler per liter, som gir 30 molekyler i 100 mL. Hvis du tar ut 1 mL til siste fortykning vil det derfor være 99 % sjans for hvert molekyl at det ikke blir med videre. Sjansen for at ingen molekyler er med er derfor $0,99^{30} = 0,74$. Dvs 26 % sjans for minst ett molekyl virkestoff med denne metoden. 22,4 % for akkurat ett, 6,5 % sjans for akkurat to, 1,8 % sjans for akkurat tre osv.

Oppgave 7a Balansering av kjemiske ligninger

Balanser følgende reaksjonsligninger:

- a) $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2$
b) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
c) $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
d) $\text{NH}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Svar:

- a) $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$
b) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$
c) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
d) $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

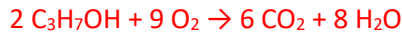
Forklaring:

Nettressurs: <https://www.youtube.com/watch?v=04rzWOH75w>

Oppgave 7b Ligningsbalansering

Balanser følgende reaksjonsligning: $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Svar:

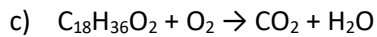
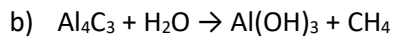
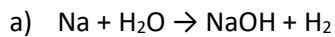


Forklaring:

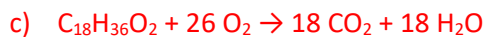
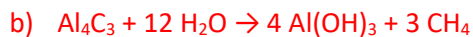
Nettressurs: <https://www.youtube.com/watch?v=04rzWOH75w>

Oppgave 7c Balansering

Hva er koeffisientene for reaksjonene under? Balanser til minste sett med heltall.



Svar:



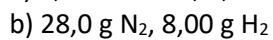
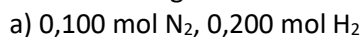
Forklaring:

Nettressurs: <https://www.youtube.com/watch?v=04rzWOH75w>

Oppgave 7d Begrensende reaktant

Vi studerer reaksjonen: $\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3 (\text{g})$

Vurder hva som er begrensende reaktant i hvert av disse tilfellene:



Svar:



Forklaring:



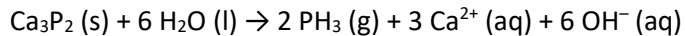
Merk: den med høyest antall mol er likevel begrensende



Merk: den med høyest masse er likevel begrensende

Oppgave 7e Utbytte

Fosfider reagerer heftig med vann under dannelse av fosfin, PH₃:

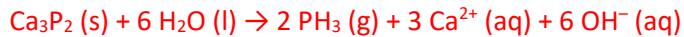


Hvor mange gram PH₃ dannes når vi reagerer 0,911 g Ca₃P₂ med 18,0 mL (= 18,0 g) vann?

Svar:

0,340 g

Forklaring:



$$n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = m/M = (0,911 \text{ g})/(182,18 \text{ g/mol}) = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m/M = (18,0 \text{ g})/(18,0 \text{ g/mol}) = 1,00 \text{ mol}$$

Ca₃P₂ er begrensende faktor, fra støkiometrien i ligningen får vi $n(\text{PH}_3) = 2 \cdot n(\text{Ca}_3\text{P}_2) = 0,0100$
mol $m(\text{PH}_3) = n \cdot M = 0,0100 \text{ mol} \cdot 33,994 \text{ g/mol} = \underline{0,340 \text{ g}}$

Oppgave 7f Litt av hvert

Gitt følgende reaksjonen: NO₂ (g) + H₂O (l) → HNO₃ (aq) + NO (g)

Vi har 1,50 mol NO₂ og 0,75 mol H₂O.

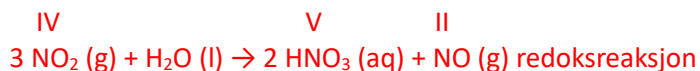
- Balanser ligningen. Hva slags reaksjon er dette?
- Finn begrensende reaktant
- Hvor mange mol NO kan dannes?

Svar:

- $3 \text{NO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{HNO}_3 (\text{aq}) + \text{NO} (\text{g})$ redoksreaksjon
- NO₂
- 0,50 mol

Forklaring:

- Kan være en fordel å bruke oksidasjonstall for N dersom man kan det (det skjer ikke noe med O eller H)

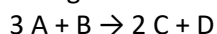


Her: to N-atomer går fra IV til V, dvs. ett oksidasjonstrinn opp, ett N-atom går to oksidasjonstrinn ned, gir balanse

- I ligningen er forholdstallet NO₂:H₂O 3:1, men vi har bare dobbelt så mye NO₂, så denne er begrensende
- $n(\text{NO}) = 1/3 n(\text{NO}_2)$ (begrensende reaktant) = 0,50 mol

Oppgave 7g Begrensende reaktant

A har molvekt 60 g/mol, **B** har molvekt 80 g/mol og **C** har molvekt 80 g/mol. Vi har 30 g av **A** og 20 g av **B**. Finn begrensende reaktant og utbytte av **C** (i g) for følgende reaksjon:



Svar:

Begrensende reaktant = C
Utbytte = 25 g C

Forklaring:

Beregner først antall mol ved start:

$$n(A) = 30 \text{ g} / 60 \text{ g/mol} = 0,50 \text{ mol}$$

$$n(B) = 20 \text{ g} / 80 \text{ g/mol} = 0,25 \text{ mol}$$

$$n(C) = 0 \text{ g} / 80 \text{ g/mol} = 0 \text{ mol}$$

A begrenser i henhold til følgende moltabell:

<i>n (mol)</i>	A	B	C
start	0,50	0,25	0
endring	-0,50	$(-0,50/3) = -0,17$	$(0,50 \cdot 2/3) = +0,33$
slutt	0	0,08	0,25

$m_C = n_C \cdot M_C = 0,33 \text{ mol} \cdot 80 \text{ g/mol} = \underline{27 \text{ g C}}$

Oppgave 7h Utbytte og begrensende reaktant (KJM1100-eksamen des. 2016)

Vi lar 74,8 g MnO₂ (s) reagere med 48,2 g HCl (g) etter følgende ligning:



- Vis hva som er begrensende reaktant.
- Beregn hvor mange gram Cl₂ som dannes.

Svar:

- HCl begrensende reaktant
- 23,4 g Cl₂

Forklaring:

- Beregner først antall mol ved start:

$$n(\text{MnO}_2) = m/M = 74,8 \text{ g} / 86,94 \text{ g/mol} = 0,860 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}) = m/M = 48,2 \text{ g} / 36,46 \text{ g/mol} = 1,32 \text{ mol}$$

Siden det forbrukes fire ganger så mange mol HCl som MnO₂ er HCl begrensende reaktant.

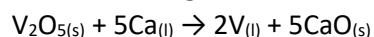
- mol-tabell:

Mol	MnO ₂	HCl	Cl ₂
Start	0.860	1,32	0,000
Endring	-0,330	-1,32	0,330
slutt	0,530	0,00	0,33

$$M(\text{Cl}_2) = n \cdot M = 0,33 \text{ mol} \cdot 70,90 \text{ g/mol} = 23,4 \text{ g}$$

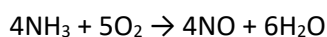
Oppgave 7i Begrensende reaktant

- Hvilket stoff er den begrensende reaktant når 10,0 mol V₂O₅ blandes med 10,0 mol Ca?



- Hva er det teoretiske utbytte av vanadium som dannes, i mol, når 1,0 mol V₂O₅ reagerer med 6,0 mol Ca? Bruk samme reaksjonslikning som i forrige oppgave.

- Ammoniakk reagerer med molekylært oksygen og danner nitrogenmonoksid og vanndamp.



Hva er begrensende reaktant når 40,0 g NH₃ reagerer med 50,0 g O₂?

Svar:

- a) Ca er den begrensede reaktant.
- b) 2 mol V
- c) O₂

Forklaring:

- a) Det trengs 5 ganger mer Ca enn V₂O₅. Det er det ikke i blandingen. Det er like mye av hver reaktant (10,0 mol). Da er det ikke nok Ca. Ca er den begrensede reaktant.
- b) I dette tilfellet er den begrensende reaktant V₂O₅ da mengden Ca er mer enn 5* mengden V₂O₅. Utbyttet av V gis av mengden V₂O₅: Ligningen gir forholdet: V₂O₅:V på 1:2
1,0 mol V₂O₅ blir 2 mol V
- c) Finner først antall mol av reaktantene:
 $n(\text{NH}_3) = 40,0 \text{ g/mol} / (17 \text{ g/mol}) = 2.35 \text{ mol}$
 $n(\text{O}_2) = 50,0 \text{ g/mol} / (32 \text{ g/mol}) = 1.56 \text{ mol}$
Hvor mange ligninger kan hver av disse bidra til dersom den andre reaktanten er i overskudd? (deler antall mol reaktant på støkiometrien deres i ligningen)
 $n(\text{NH}_3) = 2.35 \text{ mol} / 4 = 0.588 \text{ mol}$
 $n(\text{O}_2) = 1.56 \text{ mol} / 5 = 0.313 \text{ mol} <- \text{lavest tall og den som begrensende reaktant}$