

Kjemi 2 Formelark

Alle formler du trenger til eksamen — LK20

Organisk kjemi

Funksjonelle grupper

- **Alkohol:** --OH (hydroksyl)
- **Aldehyd:** --CHO (formyl)
- **Keton:** $\text{R}_2\text{C=O}$ (karbonyl)
- **Karboksylsyre:** --COOH
- **Ester:** --COO--
- **Amin:** --NH_2 , --NHR , --NR_2
- **Amid:** --CONH_2
- **Eter:** R--O--R'

Reaksjonstyper

- **Addisjon:** Tillegg til umettede
- **Substitusjon:** Bytte av atom/gruppe
- **Eliminasjon:** Fjerning av atomer
- **Kondensasjon:** Binding + H_2O avgis
- **Hydrolyse:** Spalting med vann
- **Oksidasjon:** Tap av e^-/H
- **Reduksjon:** Opptak av e^-/H

Oksidasjon av alkoholer

- Primær alkohol $\rightarrow$ aldehyd $\rightarrow$ syre
- Sekundær alkohol $\rightarrow$ keton
- Tertiær alkohol: Oksideres ikke lett

Esterdannelse

- Syre + alkohol $\rightleftharpoons$ ester + H_2O
- Syrekatalysert, reversibel reaksjon

Termodynamikk

Entalpi (H)

- **Reaksjonsentalpi:** $\Delta H = H_{\text{prod}} - H_{\text{reakt}}$
- **Hess' lov:** $\Delta H_{\text{tot}} = \sum \Delta H_i$
- **Dannelsesentalpi:** $\Delta H = \sum \Delta H_f^\circ(\text{prod}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{reakt})$
- $\Delta H < 0$: Eksoterm
- $\Delta H > 0$: Endoterm

Entropi (S)

- **Entropiendring:** $\Delta S = S_{\text{prod}} - S_{\text{reakt}}$
- $\Delta S > 0$: Mer uorden
- Gasser $>$ Væsker $>$ Faste stoffer
- Flere mol $\rightarrow$ Høyere entropi

Gibbs energi (G)

- **Gibbs energi:** $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
- $\Delta G < 0$: Spontan reaksjon
- $\Delta G > 0$: Ikke spontan
- $\Delta G = 0$: Likevekt
- **Standardbetingelser:** $\Delta G^\circ = -RT \ln K$

Spontanitet

- $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$: Alltid spontan
- $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$: Aldri spontan
- Ellers: Avhenger av temperatur T

Reaksjonshastighet

Hastighetslover

- **Hastighet:** $v = k[A]^m[B]^n$
- k = hastighetskonstant
- m, n = reaksjonsorden
- Total orden = $m + n$

Faktorer som påvirker hastighet

- Konsentrasjon (høyere $\rightarrow$ raskere)
- Temperatur (høyere $\rightarrow$ raskere)
- Katalysator (senker E_a)
- Overflate (større $\rightarrow$ raskere)

Arrhenius-likningen

- **Hastighetskonstant:** $k = Ae^{-E_a/RT}$
- E_a = aktiveringsenergi
- A = frekvensfaktor

Kjemisk likevekt

Likevektskonstanten

- For $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$:
- $K_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$
- $K_p = \frac{p_C \cdot p_D^d}{p_A \cdot p_B^b}$
- **Sammenheng:** $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$
- Δn = mol gass (produkter - reaktanter)

Le Chateliers prinsipp

- System motvirker påførte endringer
- Økt konsentrasjon: Forskyves bort
- Økt trykk: Mot færre mol gass
- Økt temp. (eksoterm): Mot reaktanter
- Økt temp. (endoterm): Mot produkter

Løselighetsprodukt

- For $AB_{(s)} \rightleftharpoons A_{(aq)}^+ + B_{(aq)}^-$:
- $K_{sp} = [A^+][B^-]$
- $Q > K_{sp}$: Utfelling skjer
- $Q < K_{sp}$: Mer løses opp

Elektrokjemi

Galvanisk celle

- Anode: Oksidasjon (e^- avgis)
- Katode: Reduksjon (e^- opptas)
- **Cellepotensial:** $E_{\text{celle}}^\circ = E_{\text{kat}}^\circ - E_{\text{an}}^\circ$
- $E^\circ > 0$: Spontan reaksjon

Nernst-likningen

- **Cellepotensial:** $E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$
- Ved 25°C : $E = E^\circ - \frac{0,0592}{n} \log Q$
- n = antall elektroner overført

Elektrolyse

- Krever tilført energi ($E_{\text{celle}} < 0$)
- **Faradays lov:** $m = \frac{MIt}{nF}$
- m = masse, I = strøm, t = tid
- $F = 96\,485 \text{ C/mol}$

Spektroskopi

IR-spektroskopi

- **O-H:** $3200\text{--}3600 \text{ cm}^{-1}$ (bred)
- **N-H:** $3300\text{--}3500 \text{ cm}^{-1}$
- **C-H:** $2850\text{--}3000 \text{ cm}^{-1}$
- **C=O:** $1650\text{--}1750 \text{ cm}^{-1}$ (sterk)
- **C=C:** $1600\text{--}1680 \text{ cm}^{-1}$
- Fingeravtrykk: $< 1500 \text{ cm}^{-1}$

NMR-spektroskopi

- **$^1\text{H-NMR}$:** Hydrogenmiljøer
- Kjemisk skift (δ) i ppm
- Integrasjon: Antall H-atomer
- Kobling: $n + 1$ -regel (nabohydrogener)
- TMS-referanse: $\delta = 0$ ppm

Massespektrometri (MS)

- Moltopp (M^+): Molekylmasse
- Fragmenteringsmønstre
- Base peak: Størst intensitet
- M+1, M+2: Isotopp-topper

Syrer og baser

Definisjoner

- **Brønsted:** Syre = H^+ -donor
- **Brønsted:** Base = H^+ -akseptor
- **Lewis:** Syre = e^- -par-akseptor
- **Lewis:** Base = e^- -par-donor

pH-beregninger

- **pH:** $-\log[H_3O^+]$
- **pOH:** $-\log[OH^-]$
- **Sammenheng:** $pH + pOH = 14$ (ved 25°C)
- **Vannets ioneprod.:** $K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$

Svake syrer og baser

- **Syrekonstant:** $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$
- **Basekonstant:** $K_b = \frac{[OH^-][BH^+]}{[B]}$
- **Sammenheng:** $K_a \cdot K_b = K_w$
- $pK_a = -\log K_a$

Bufferløsninger

- Svak syre + konjugert base
- **Henderson-Hasselbalch:** $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$
- Motstår pH-endringer

Redoksreaksjoner**Oksidasjonstall**

- Grunnstoff: 0
- Monoatomisk ion: Ladningen
- H: +1 (unntatt metallhydrid: −1)
- O: −2 (unntatt peroksider: −1)
- Sum i nøytral forbindelse: 0
- Sum i ion: Ionets ladning

Balansering av redoksreaksjoner

- Identifiser oksidasjon og reduksjon
- Balanser elektroner
- Sur løsning: Bruk H^+ og H_2O
- Basisk løsning: Bruk OH^- og H_2O

Standardpotensialer

- Målt mot standard hydrogenelektrode
- $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$, $E^\circ = 0\text{ V}$
- Positiv E° : God oksidator
- Negativ E° : God reduktor

Biokjemi**Aminosyrer og proteiner**

- Generell struktur: $\text{H}_2\text{N}-\text{CHR}-\text{COOH}$
- 20 essensielle aminosyrer
- Peptidbinding: $-\text{CO}-\text{NH}-$
- Primær: Aminosyrekkefølge
- Sekundær: α -helix, β -flak
- Tertiær: 3D-struktur
- Kvartær: Flere polypeptidkjeder

Karbohydrater

- Monosakkarider: Glukose, fruktose
- Disakkarider: Sukrose, laktose, maltose
- Polysakkarider: Stivelse, cellulose, glykogen
- Glykosidbinding mellom enheter

Lipider

- Fettsyrer: Mettet/umettet
- Triglyserider: Glyserol + 3 fettsyrer
- Fosfolipider: Cellemembraner
- Forsåping: Fett + base $\rightarrow$ såpe + glyserol

Enzymer

- Biologiske katalysatorer (proteiner)
- Aktivt sete: Substratbinding
- Spesifisitet: Nøkkel-lås-modell
- Påvirkas av: pH, temperatur, konsentrasjon

Industrielle prosesser**Haber-Bosch (ammoniakk)**

- $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$
- $\Delta H = -92\text{ kJ/mol}$ (eksoterm)
- Betingelser: 450 °C, 200 atm
- Katalysator: Fe med promotorer
- Kompromiss: Temperatur vs. likevekt

Kontaktprosessen (svovelsyre)

- $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_2$
- $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$
- $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- Katalysator: V_2O_5

Ostwald-prosessen (salpetersyre)

- $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$
- $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
- Katalysator: Pt-Rh-nett

Elektrolyse av NaCl

- Klor-alkali-prosessen
- Katode: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- Anode: $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- Produkter: Cl_2 , H_2 , NaOH

Viktige konstanter**Fundamentale konstanter**

- Gasskonstanten: $R = 8,314\text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$
- Faradays konstant: $F = 96\,485\text{ C/mol}$
- Avogadros tall: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$
- Plancks konstant: $h = 6,626 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$

Vannkonstanter (25 °C)

- $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$
- $pK_w = 14,00$
- Sm.pkt: 0 °C, Kpt: 100 °C

Standard tilstander

- Trykk: $p^\circ = 1\text{ bar} = 100\text{ kPa}$
- Temperatur: 25 °C = 298 K
- Konsentrasjon: 1 M

Oppsummering nøkkelformler**Termodynamikk**

- $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
- $\Delta G < 0$: Spontan
- $\Delta G^\circ = -RT \ln K$

Kinetikk

- $v = k[A]^m[B]^n$
- $k = Ae^{-E_a/RT}$

Likevekt

- $K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$
- $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

Elektrokjemi

- $E^\circ_{\text{celle}} = E^\circ_{\text{katode}} - E^\circ_{\text{anode}}$
- $E = E^\circ - \frac{0,0592}{n} \log Q$
- $m = \frac{MIt}{nF}$

Syre-base

- $pH = -\log[H_3O^+]$
- $pH + pOH = 14$
- $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$

Tips til eksamen

- Identifiser funksjonelle grupper
- Sjekk ladningsbalanse i redoks
- Bruk Le Chatelier for likevekt
- Tegn strukturformler tydelig
- Husk enheter i alle beregninger
- Sjekk fortegn på ΔG , ΔH , E°
- Les oppgaven nøye før du svarer