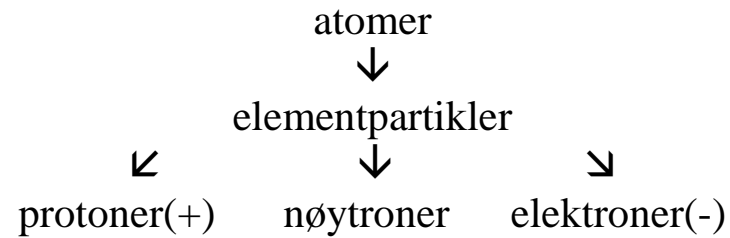
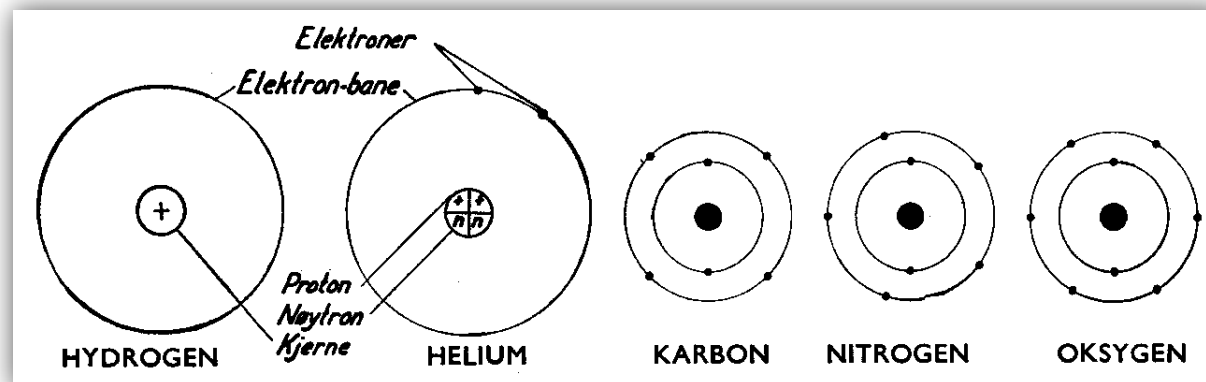


All materie, alt stoff er bygd opp av:



ATOMMODELL (Niels Bohr, 1913)



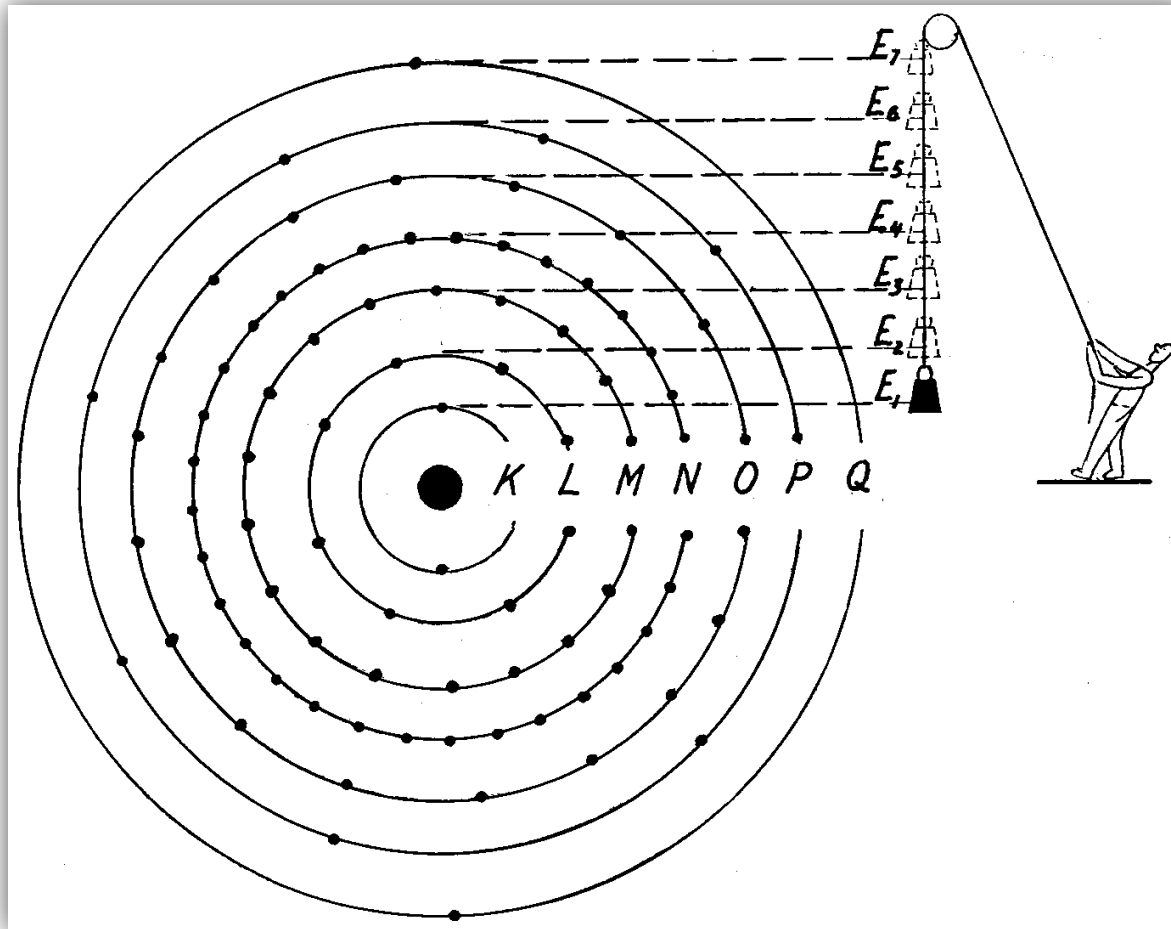
*Atommodeller.*

- Atomnummer = antall protoner i kjernen
- antall elektroner  $e^-$  = antall protoner  $p^+$   
elektronisk nøytralt (normale atom)
- $e^- < p^+$  og  $e^- > p^+$  → ladde atomer eller ioner

## KJEMISK GRUNNSTOFF

- Samling av atomer med samme atomnummer

## ENERGIFORHOLD RUNDT ATOMET



*Skjematisk fremstilling av energiforholdene rundt atomet.*

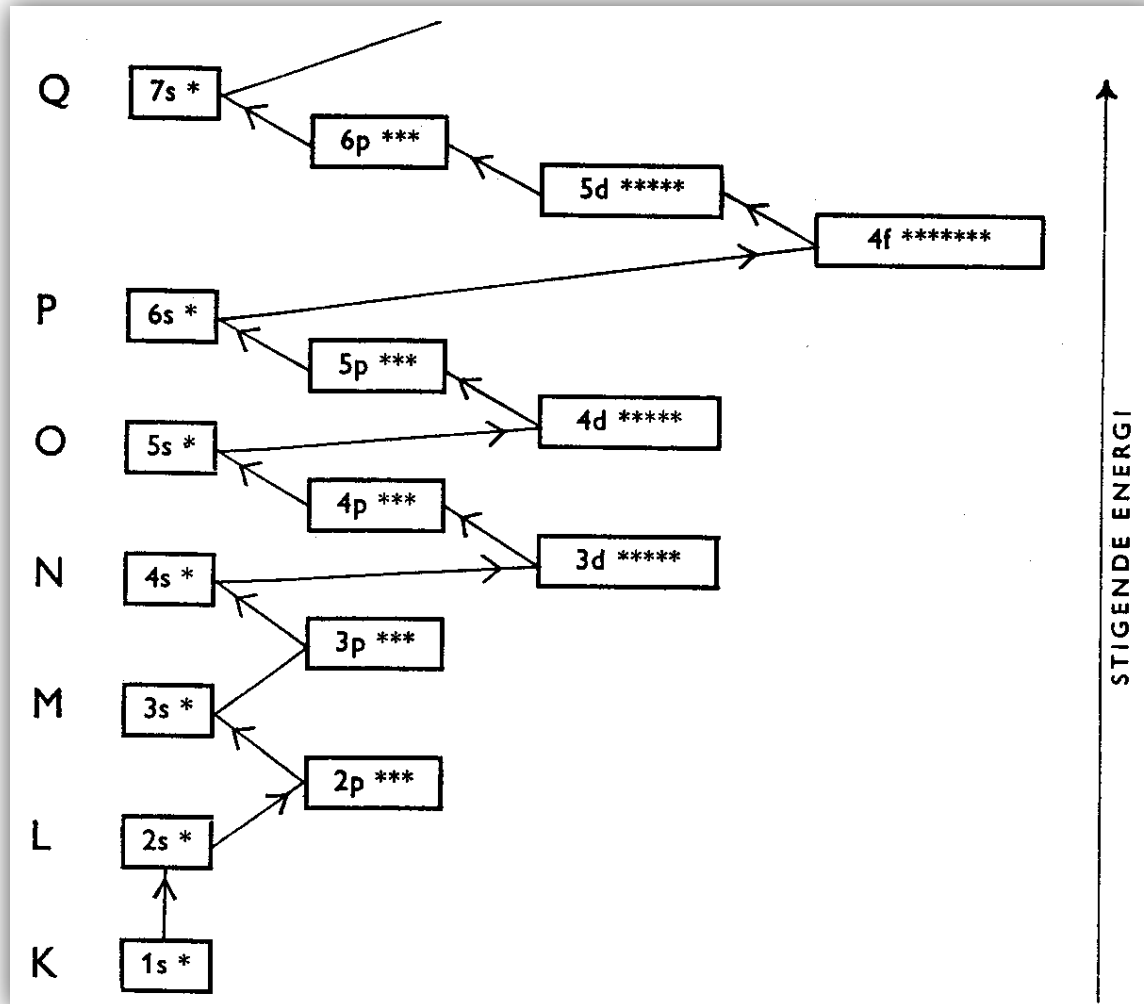
Maks antall elektroner =  $2 \cdot n^2$

hvor:

$n$  = skallnummer (K=1, L=2, M=3, ...)

## ORBITALER

Forskjellige typer baner innenfor hvert skall. Representerer forskjellige energinivåer, s p d f .... → stigende energi



*Illustrasjon som viser rekkefølgen av orbitaler ved elektronpåfylling. Hver \* representerer et elektronpar, slik at figuren også viser hvor mange elektroner det kan være i de forskjellige orbitaler.*

## OKTETT REGELEN

Et atom kan ikke ha flere enn 8 elektroner i ytterste skall

## VALENSELEKTRONER

Antall elektroner i ytterste skall

## ATOMVEKTER

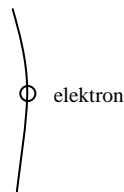
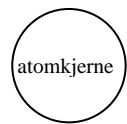
- små, ingen praktisk interesse (Hydrogen (H) –  $1,7 \cdot 10^{-22}$ kg)
- bruker forholdstall med Karbon (C) = 12 som utgangspunkt.  
Eksempel jern (Fe) med atomvekt 55,847kg/kmol. Avagadros tall er  $6,0248 \cdot 10^{26}$ atom/kmol.  
 $Fe = 55,847 / 6,0248 \cdot 10^{26} = 9,27 \cdot 10^{-26}$ kg/atom.

## ATOMSTØRRELSE

- 1 – 3 Å (Ångström,  $1 \text{Å} = 10^{-10}$ m)

## ATOMKJERNESTØRRELSE

- $10^{-4}$ Å



Hvis:  $d=10\text{cm}$   $1 - 3\text{km}$

(atomet består stort sett av "luft")

## MASSEN

- Massen ligger i kjernen,  $1\text{ cm}^3$  veier en million tonn (sorte hull)

## GRUNNSTOFFER

- ca. 100 forskjellige

## METALLER ELLER HALVMETALLER

- ca. 80 forskjellige, hvor ca. 25 brukes i konstruksjonsmaterialer

# DET PERIODISKE SYSTEM

**Key**

- Atomic number: 29
- Symbol: Cu
- Atomic weight: 63.54

**Legend**

- Metal (White box)
- Nonmetal (Grey box)
- Intermediate (Diagonal box)

IA 1 H 1.0080	IIA												0 2 He 4.0026				
3 Li 6.939	4 Be 9.0122											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.183
11 Na 22.990	12 Mg 24.312	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIII			IB	IIB	13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.064	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.102	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.90	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.91	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	Rare earth series	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	Actinide series															
Rare earth series		57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97	
Actinide series		89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa (231)	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lw (257)	

*Elementenes periodiske system.*

- Hovedgrupper A, elektronvekst skjer i ytterste skall
- Sidegrupper B, elektronvekst skjer i nest ytterste skall
- Sjeldne jordmetaller, elektronvekst skjer i tredje ytterste skall

## BINDINGER MELLOM ATOMER

### GASSER OG VÆSKER

Det er bevegelse mellom atomer og molekyler. De bytter naboer ustanselig.

### FASTE STOFFER

Atomene og molekylene ligger stort sett ”stille”

Det foregår diffusjon (langsom bevegelse av atomer).

Vi Skiller mellom:

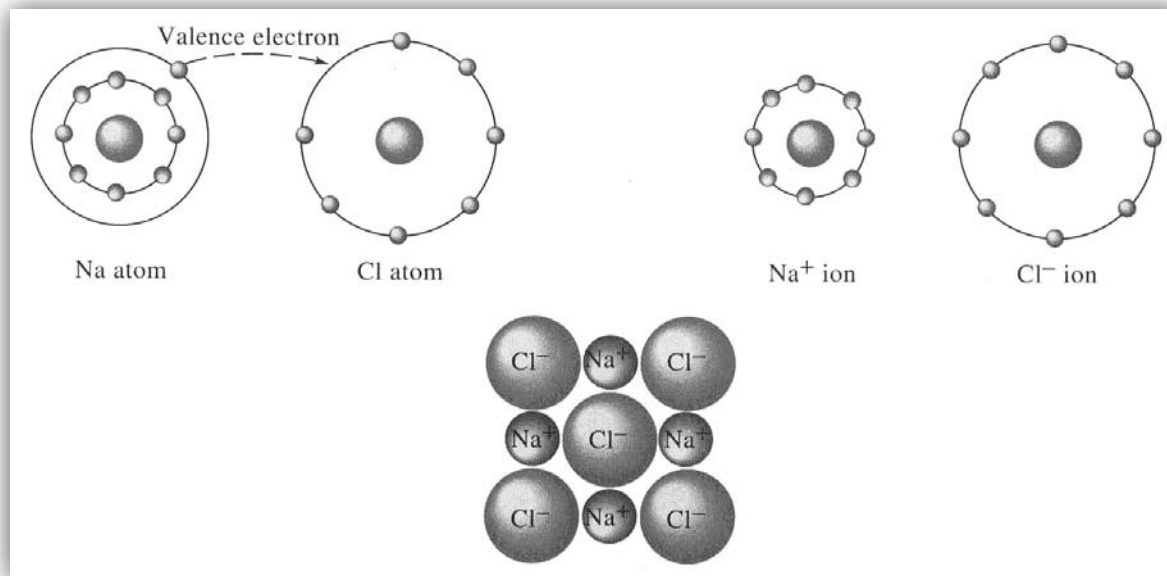
- **Amorf struktur**, uordnet atomstruktur.  
Eksempler er plast, glass. Disse har ikke fast smeltetemperatur.
- **Krystallinsk struktur**, ordnet atomstruktur.  
Eksempler er metaller, salter og mineraler.

### ATOMBINDINGER:

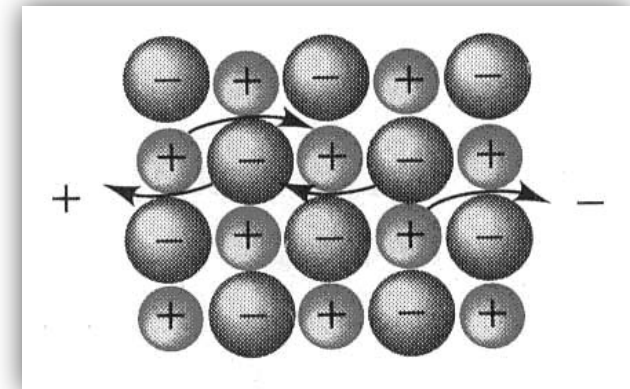
- **Ionebindinger**
- **Kovalent binding**
- **Metallisk binding**
- **Van der Waals bonds**

## IONEBINDINGER

- Typisk hos salter, mineraler og keramer
- Typisk, hvis full oktett:
  - høyt smeltepunkt
  - harde
  - dårlige ledere (ingen frie elektroner)



*Ionebinding er opprettet mellom to ulike atomer med forskjellig elektronegativitet. Når natrium (N) avgir sitt valenselektron til klor (Cl), blir begge et ion, tiltrekning oppstår og ionebindingen oppstår.*

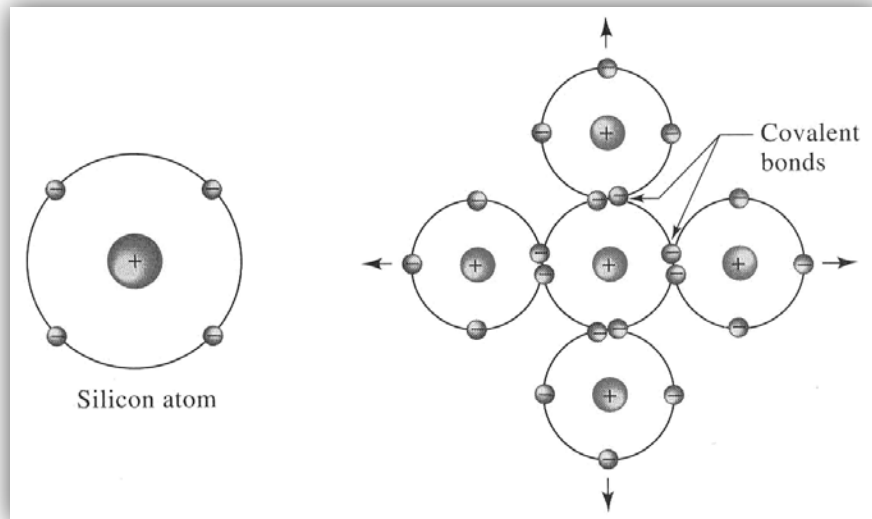


*Når spenning tilføres et metall med ionebinding, må hele ionet bevege seg for å få strøm. Bevegelse av ioner går tregt og elektrisk ledningsevne er dårlig.*



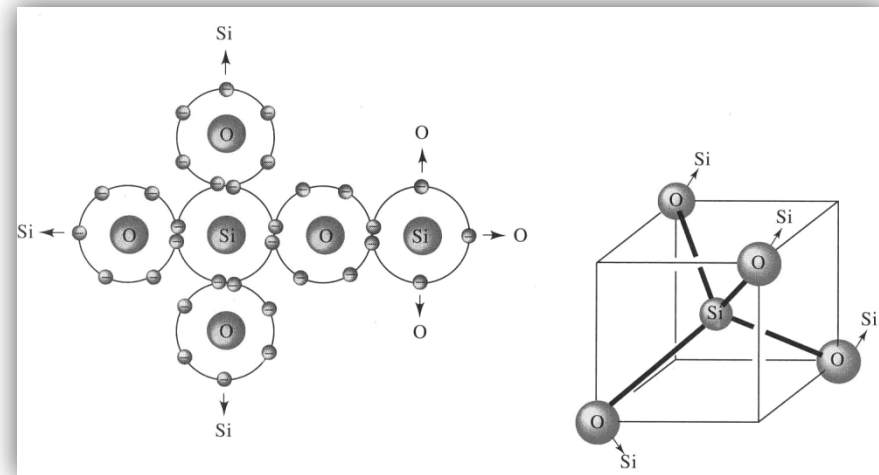
## KOVALENT BINDING

- Ofte hos organiske stoffer (plast) og keramer
  - Eksempler:
    - Diamant har kovalent binding av karbon (C)
    - Keramen silica  $\text{SiO}_2$



*Kovalent binding krever at elektroner må deles mellom atomer på en måte slik at hvert atom får sitt ytterste sp orbital fylt. I silisium(Si) med valens på fire, må det dannes fire bindinger.*

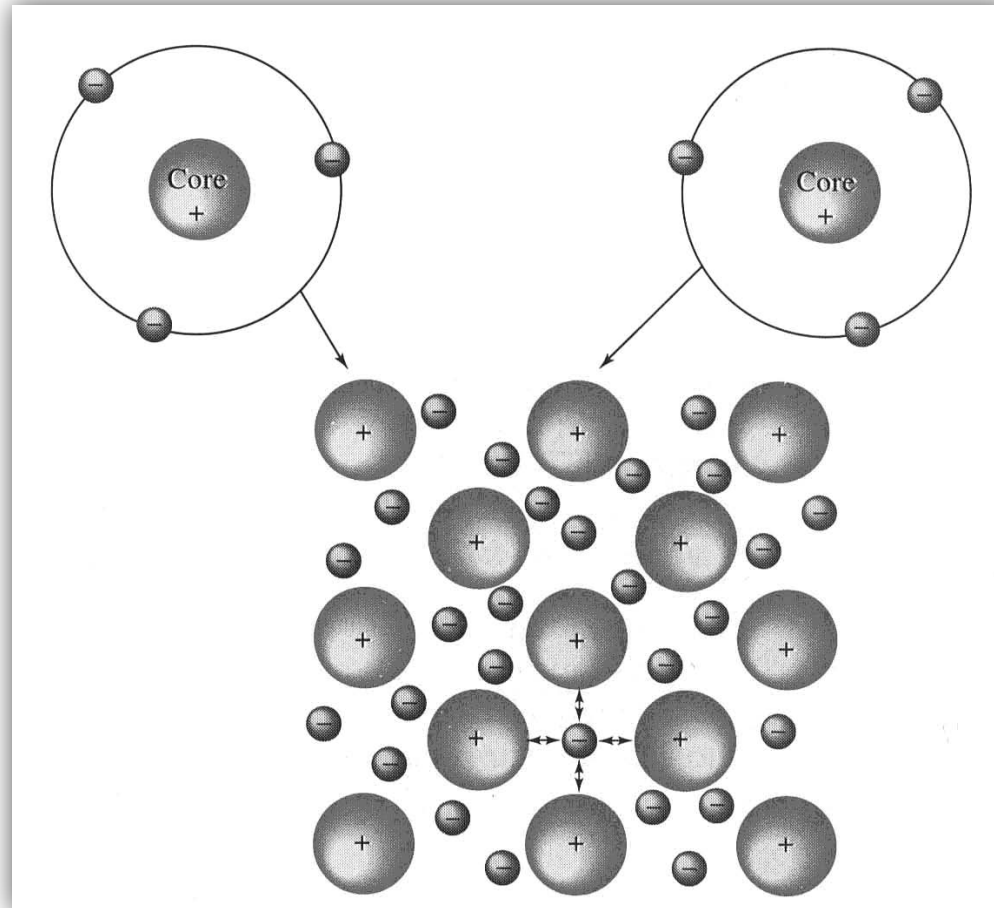
- Typisk, hvis full oktett:
  - harde
  - dårlige ledere
  - temperaturbestandige



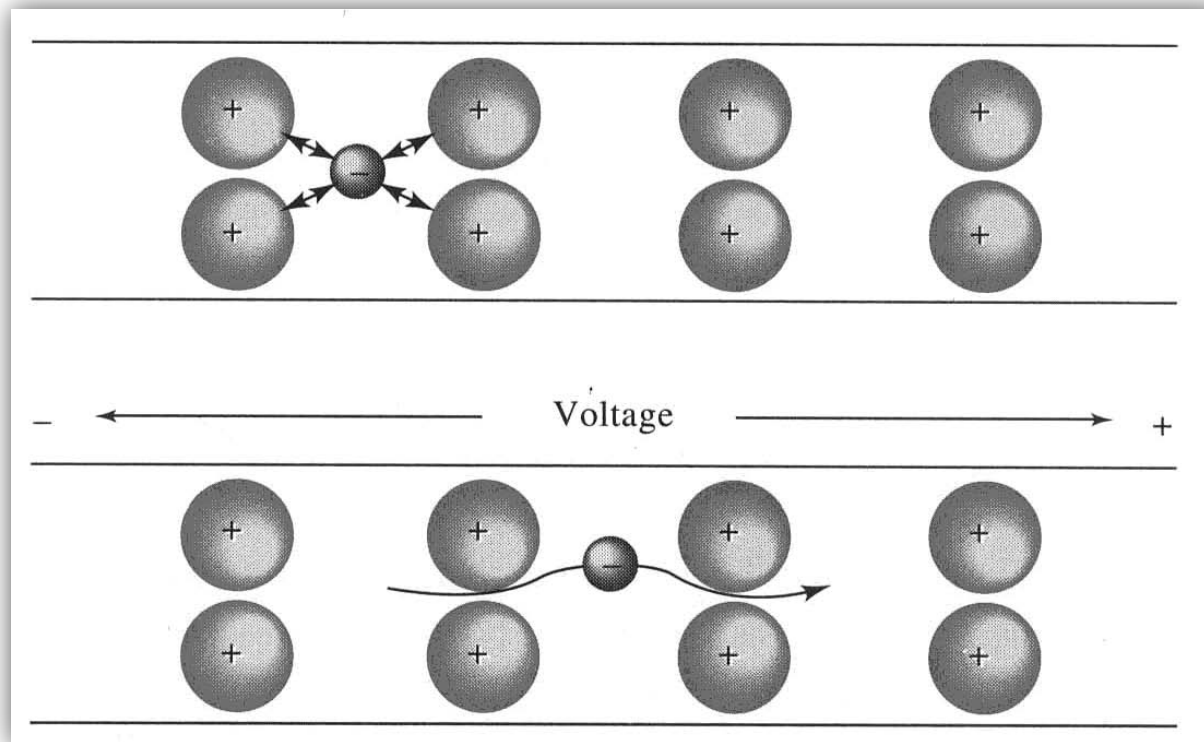
*Tetragonal struktur av keramen silica ( $\text{SiO}_2$ ) som inneholder kovalent binding mellom silisium (Si) og oksygen (O) atomer.*

## METALLISK BINDING

- Valenselektronene svever fritt mellom atomene → gir god ledningsevne
- Bindingene er ikke retningsbestemte → gir god deformasjonsevne
- Smeltetemperatur varierer → gir varierende bindingsstyrke  
(eksempel Kvikksølv (Hg)  $-38^{\circ}\text{C}$  og Wolfram (W)  $3410^{\circ}\text{C}$ )



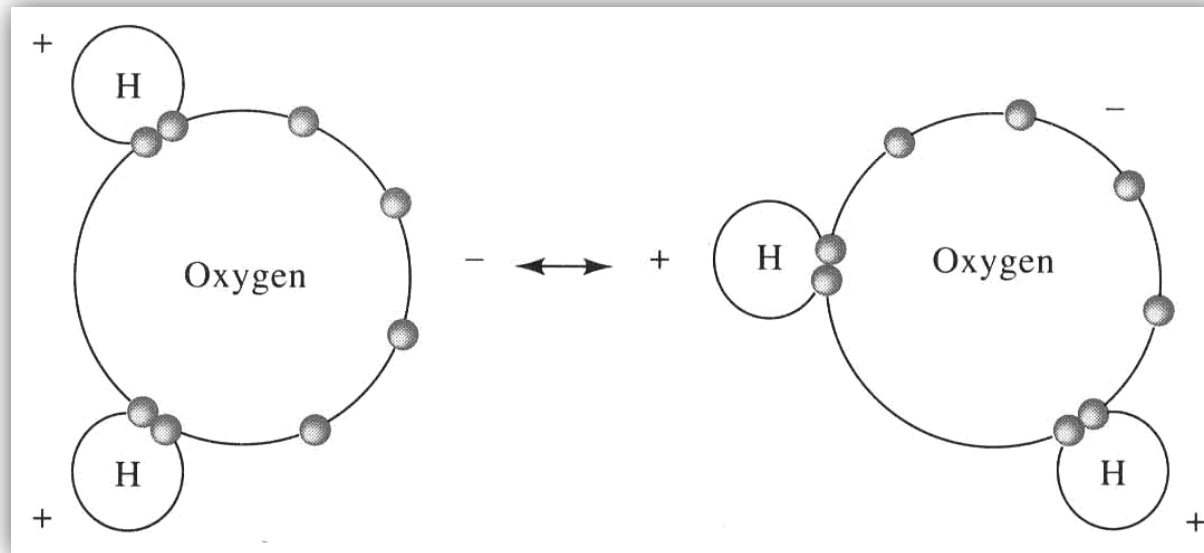
*Metallisk binding dannes når atomene oppgir sine valenselektroner som da danner elektronsky. De positivt ladede atomkjernene er bundet sammen med felles tiltrekningskrefter til de negativt ladede elektronene.*



*Når spenning tilføres et metall, kan elektronskyen lett bevege seg og lede strøm*

## VAN DER WAALS BONDS

- Danner molekyler eller grupper av atomer med svak elektrostatiske tiltrekning.
- Eksempler:
  - Mange polymerer, plaster
  - Keramer
  - vann og andre



*Van der Waals binding dannes som et resultat av polarisasjon av molekyler eller grupper av atomer. I vann har elektronene i oksygen (O) en tendens til å samle seg unna hydrogen (H). Resulterende spenningsforskjell gjør at molekylene blir svakt bundet til andre vannmolekyler.*

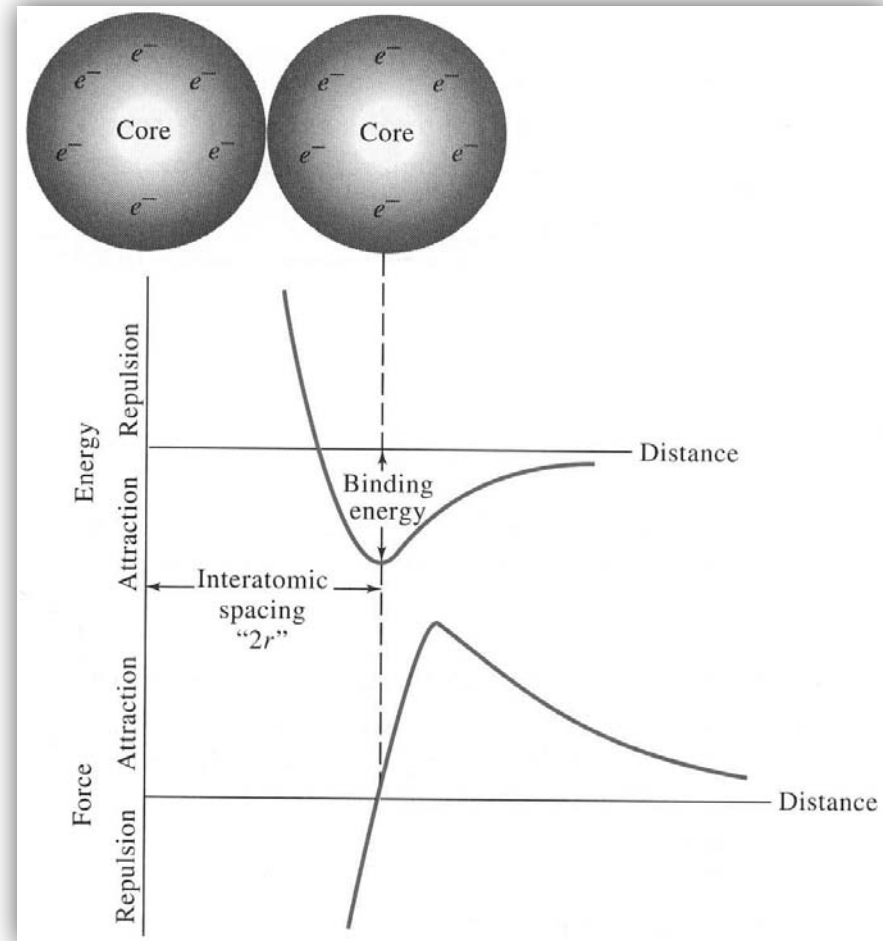
## BINDINGSENERGI OG MELLOMROM MELLOM ATOMER

Likevektsavstand mellom atomer er en balanse mellom frastøtende og tiltrekkende krefter.

Metallisk binding:

- tiltrekking mellom elektronene og atomkjernen balansert av frastøtingen mellom atomkjernene
- atskillelse opptrer når total energi mellom atomene er et minimum, eller når total kraft er verken tiltrekkende eller frastøtende

Avstanden mellom atomene i faste materialer er  $\sim 2r$



*Atomer blir atskilt i en likevektstilling som tilsvarer minimum energi mellom atomene (eller når ingen kraft virker for å frastøte eller tiltrekke atomene)*

Tabellen under viser bindingsenergien til de fire omtalte typer av atombindinger.

Bindingstype	Bindingsenergi (kcal/mol)
ione	150 - 370
kovalent	125 - 300
metallisk	25 - 200
Van der Waals	< 10

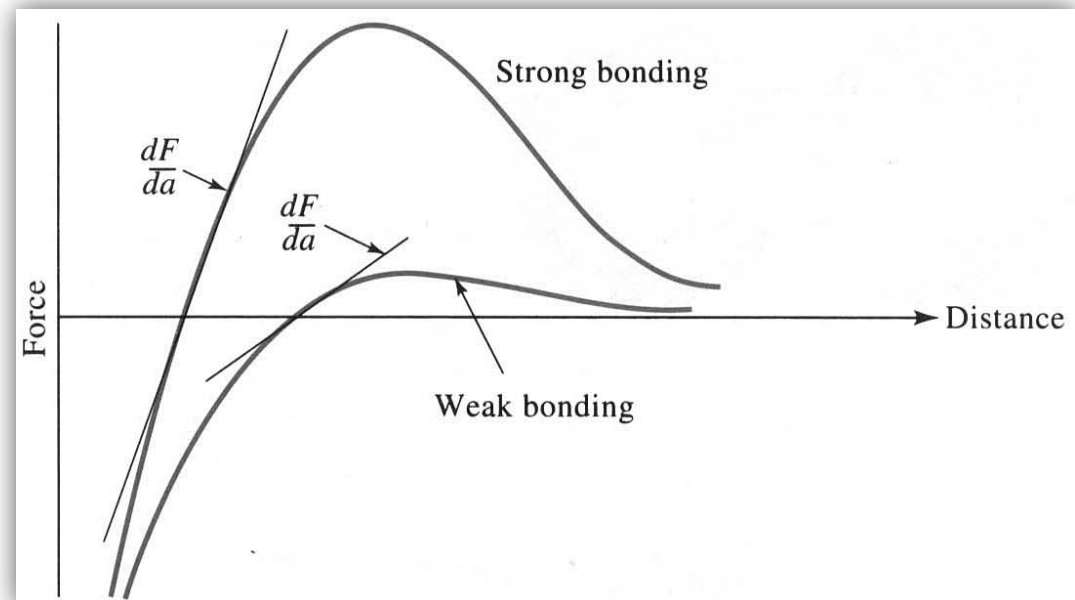
Bindingskraften mellom atomene som funksjon av avstanden for en sterk og en svak atombinding.

En bratt kurve, sterk binding, betyr at materialet har en høy elastisitetsmodul, E.

E-modulen forteller hvor mye materialet forlenger seg når det strekkes med en kraft, F.

$$E_{\text{stål}} = \text{ca. } 210.000\text{N/mm}^2$$

$$E_{\text{aluminium}} = \text{ca. } 70.000\text{N/mm}^2$$



*Kraft - avstand kurve for to materialer som viser forholdet mellom atombinding og E-modul. En bratt  $dF/da$  kurve gir en høy E-modul.*

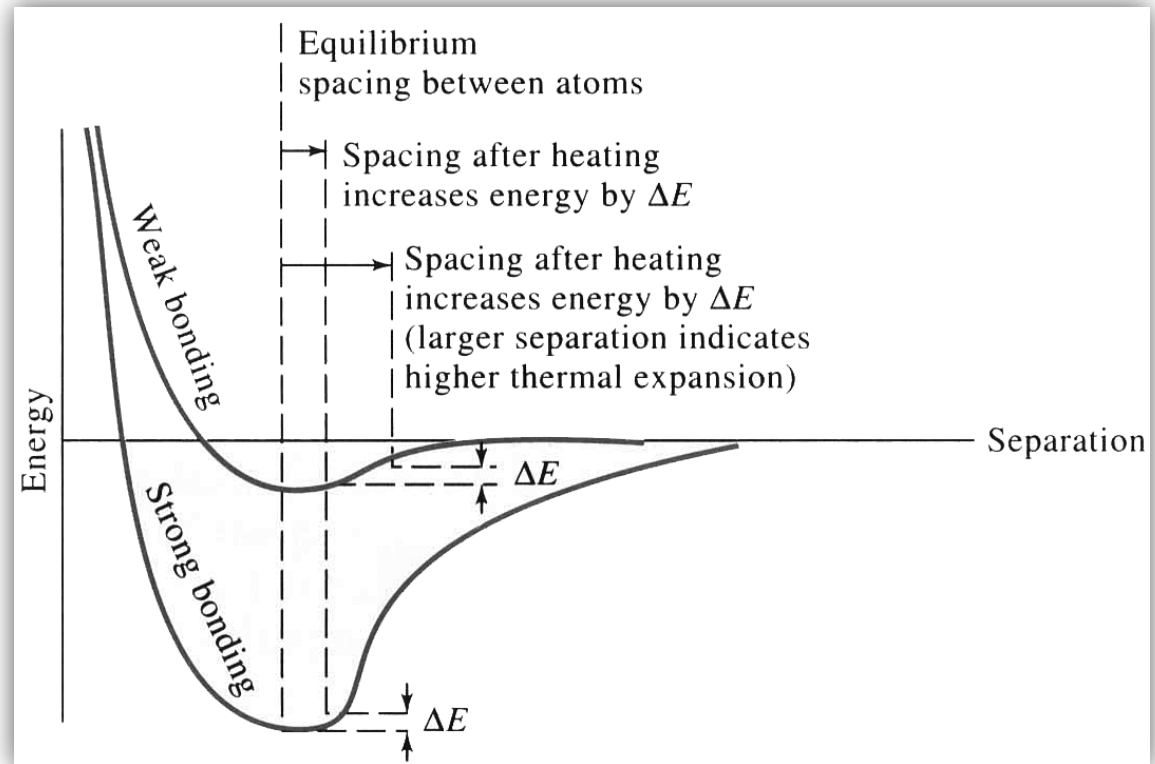
Atskillelsesenergien mellom to atomer som funksjon av avstanden for en sterk atombinding og en svak.

En bratt kurve med en dyp dal, sterk binding, betyr at materialet har lav varmeutvidelses-koeffisient,  $\alpha$ .

$\alpha$  forteller hvor mye materialet utvider eller krymper ved temperaturvariasjoner.

$$\alpha_{\text{stål}} = 13 \text{ mm/mm}^{\circ}\text{C} \times 10^{-6}$$

$$\alpha_{\text{aluminium}} = 24 \text{ mm/mm}^{\circ}\text{C} \times 10^{-6}$$



*Energi - avstand kurve for to atomer. Materialer med En bratt kurve med en dyp dal har lav varmeutvidelseskoeffisient,  $\alpha$ .*