Repetition från 5:e veckan

Ferromagnetism:

Material med *N* elektroner/atomer *utan* yttre magnetfält.

Elektronernas spinn är som små magneter som påverkar varandra och skapar ett inre magnetfält (medelfältsapproximationen):

$$B_{inre} = -C_1 \mu (N - 2n) \qquad n = N_{\uparrow}$$

Inre energin: $$U = \mu B_{inre} (N - 2n)$$

(Jfr: paramagnetism med yttre magnetfält B: $U = \mu B (N - 2n)$)

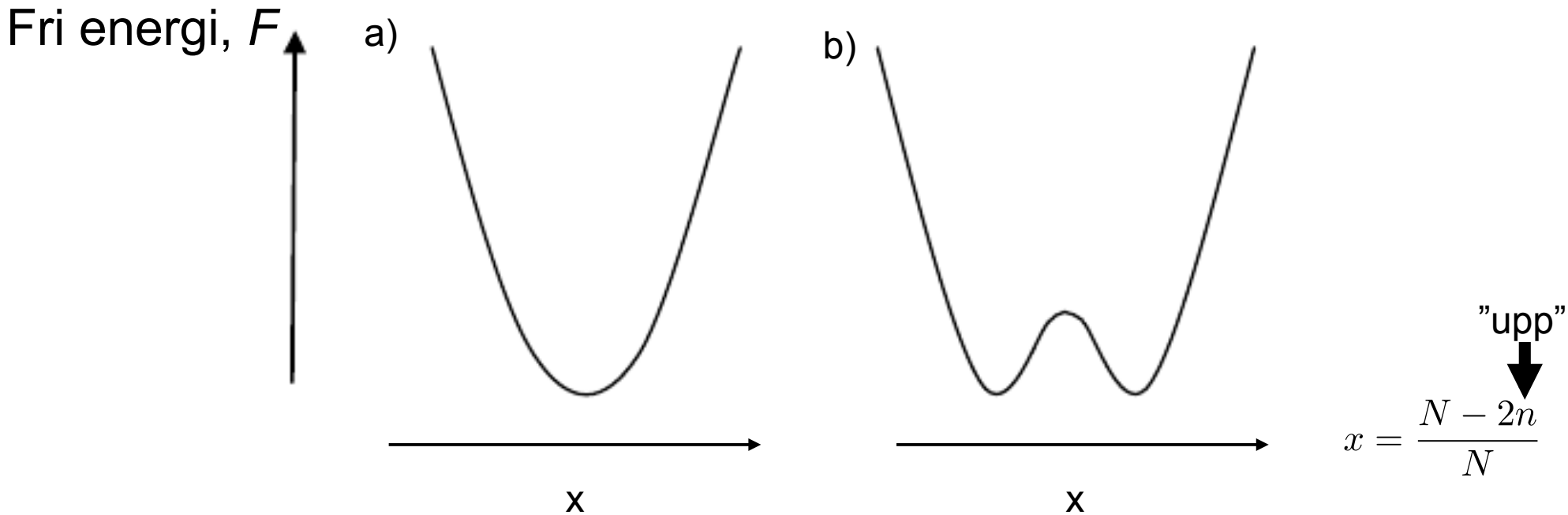
$$\Rightarrow \quad U = -C_1 \mu^2 (N - 2n)^2$$

Jämvikt då fria energin har minimum $F = U - TS$

Entropin *S* samma som för paramagnetism

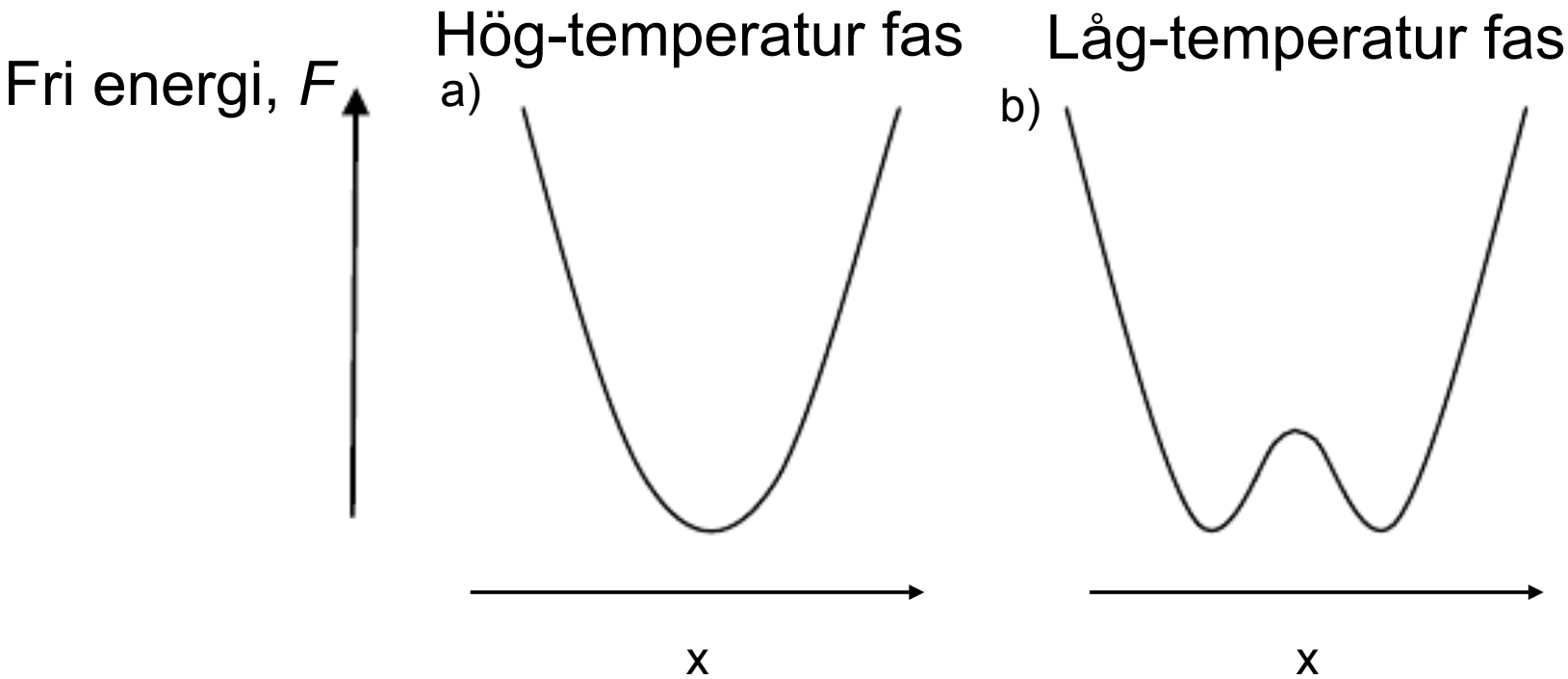
Fråga:

Vilken av de två ”faserna” inträffar vid låg temperatur för en ferromagnet?

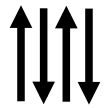


Svar:

Vilken av de två ”faserna” inträffar vid låg temperatur för en ferromagnet?

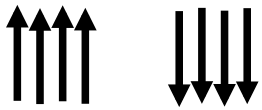


Omagnetiskt
(”oordningen” vinner)



M≈0

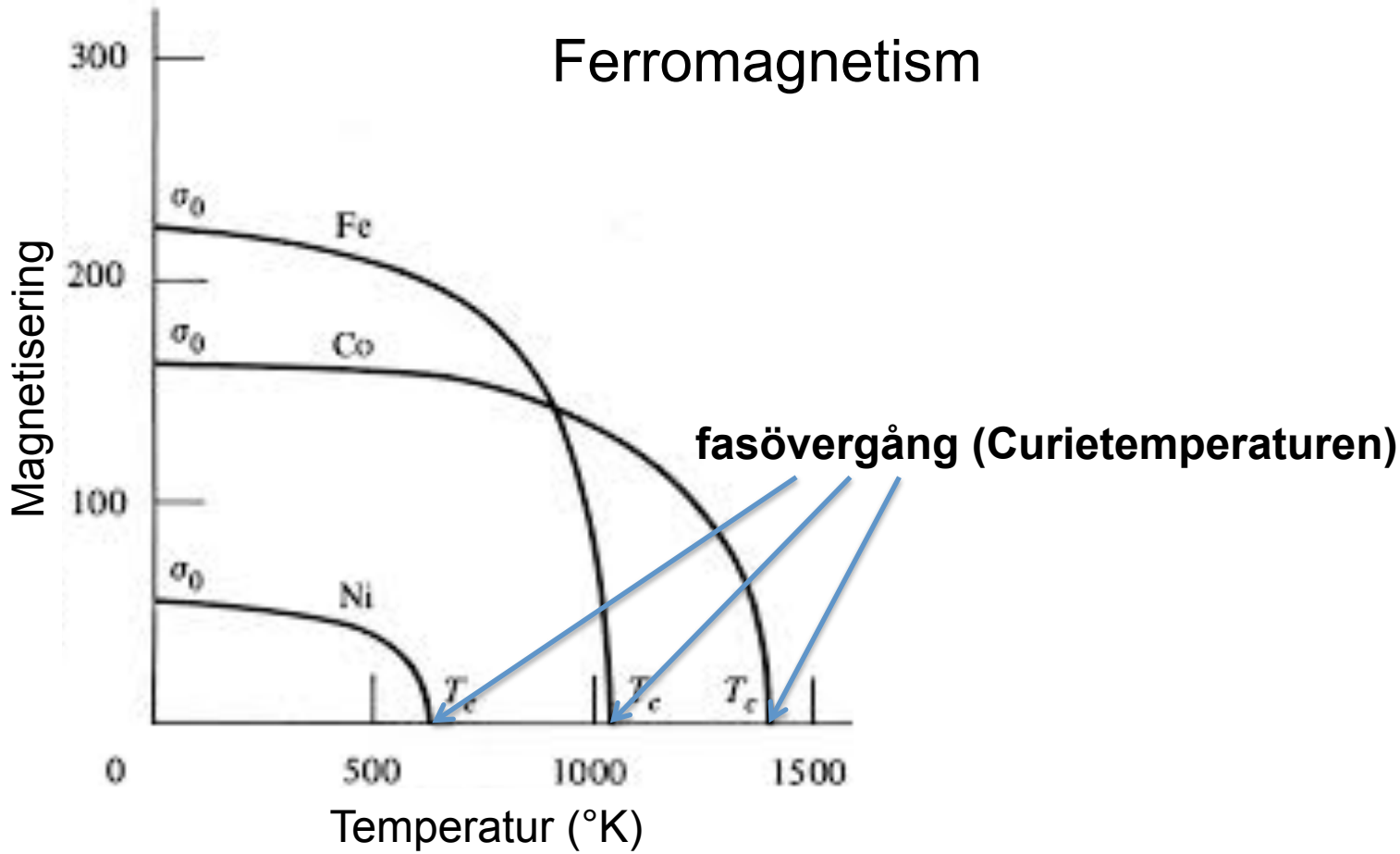
Ferromagnetiskt
(”minimering av energi” vinner)



Upp Ner

Riktningen beror på ”historien”

Repetition från 5:e veckan (forts.)

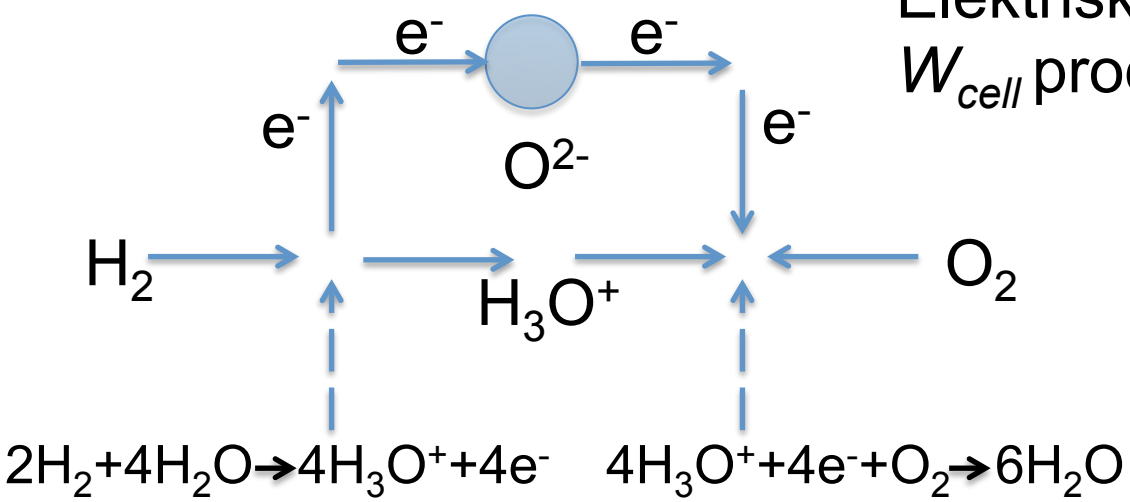


Repetition från 5:e veckan (forts.)

Bränslecellen

Princip: kemiska reaktioner frigör/absorberar elektroner
➔ elektrisk ström

Elektriska arbetet
W_{cell} produceras



Konstant tryck och temperatur: minimera Gibbs fria energi

$G = U - TS + PV$ ➔ $\Delta G = \Delta U - T_0 \Delta S + P_0 \Delta V$

$$W_{cell,\ \max} = -\Delta G$$

Fråga

Vi minimerade Gibbs fria energi $G = U - TS + PV$

Bränslecellen får energi från den totala reaktionen

$$0.5\ O_2 + H_2 \rightarrow H_2O$$ dvs gaser till vätska

Vad har störst entropi, S:

a) is
b) vatten
c) en gas av 0.5 O_2 och H_2

Fråga

Vi minimerade Gibbs fria energi $G = U - TS + PV$

Bränslecellen får energi från den totala reaktionen

$$0.5\ O_2 + H_2 \rightarrow H_2O$$ dvs gaser till vätska

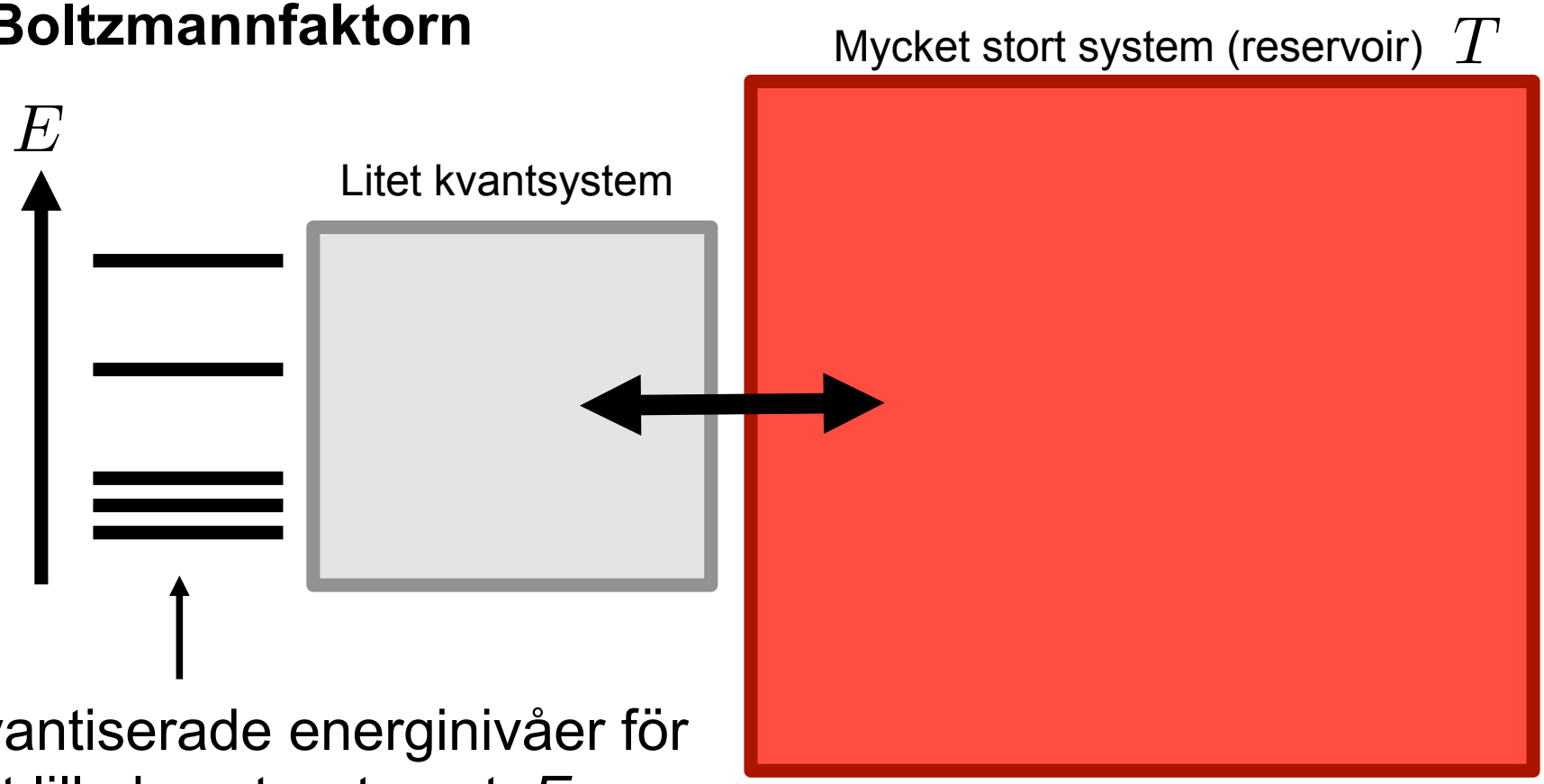
Vad har störst entropi, S:

a) is
b) vatten
c) en gas av 0.5 O_2 och H_2

Kommentar:
Vid rumstemperatur och atmosfärstryck är Gibbs fria energiändring för reaktionen ΔG= -237 kJ.
Termen $T\Delta S$ = -49 kJ är negativ eftersom entropin minskar, så reaktionen är *lite* mindre effektiv vid högre temperaturer.
Om temp ökar från 22°C till 50°C ändras ΔG= -237 kJ till ΔG= -232 kJ

Repetition från 5:e veckan (forts.)

Boltzmannfaktorn



Kvantiserade energinivåer för det lilla kvantsystemet, E_n .

Sannolikheten att energinivå E_n är besatt är

$$P_n = exp(-E_n / kT) / Z$$ Boltzmannfaktorn

där $$Z = \sum_n \exp(-E_n / kT)$$ tillståndssumman

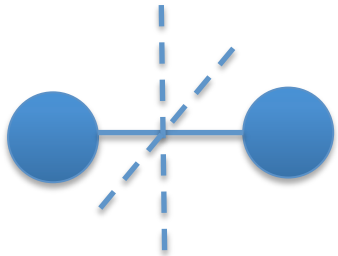
Medelenergin

$$\bar{E} = \sum E_n P_n = \frac{1}{Z}\frac{\partial Z}{\partial \beta}$$

där $\beta = 1 / kT$

Repetition från 4:e veckan (forts):

Rotation av två-atomig molekyl



kan rotera kring två axlar **-** ej kring symmetriaxeln

$E_n = \varepsilon n(n+1)$ n=0,1,2.... degenerationen: *2n+1*

$$Z_{rot} = \sum_n (2n+1)\exp(-\beta E_n) \approx \frac{1}{\beta\varepsilon}$$

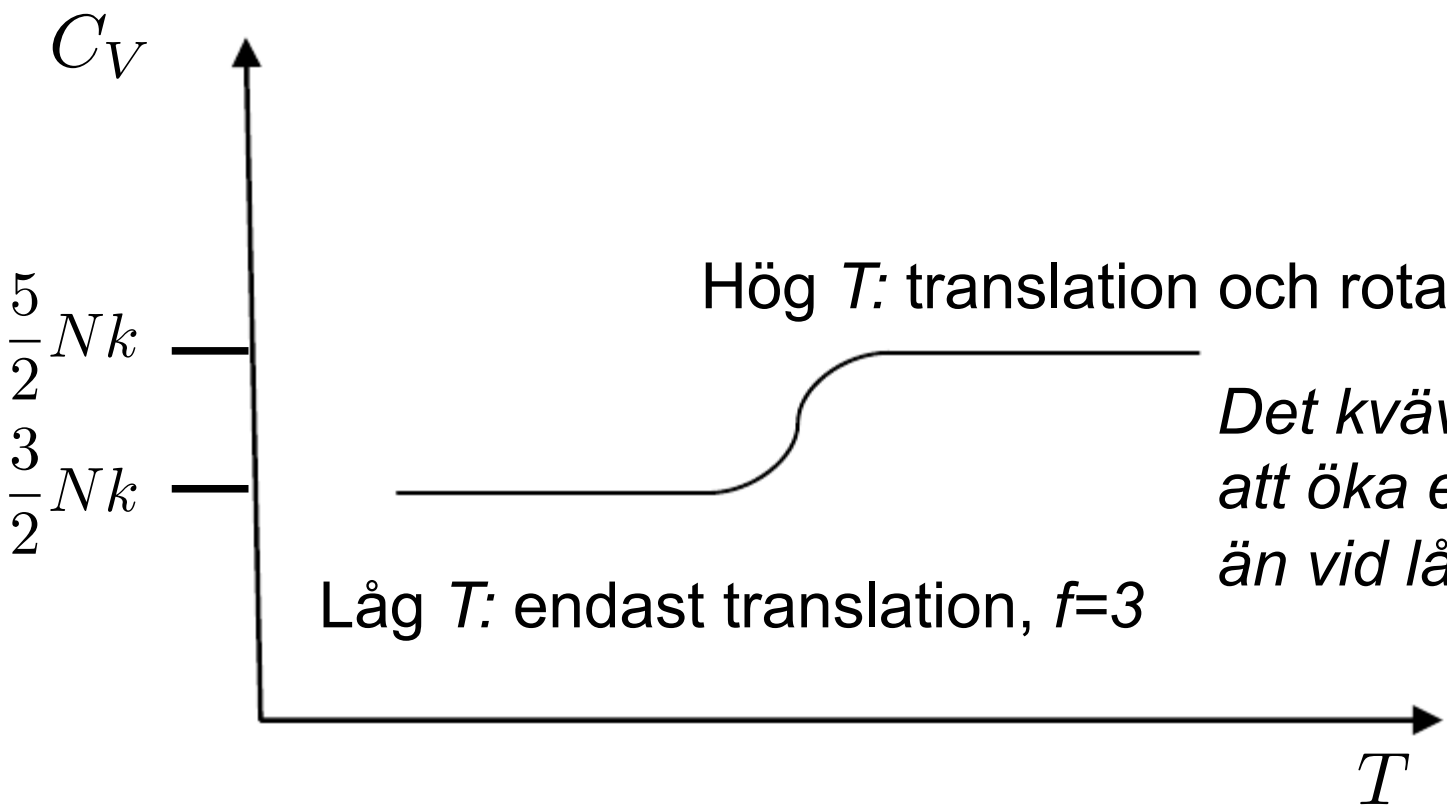
$$\bar{E}_{rot} = -\frac{1}{Z}\frac{\partial Z_{rot}}{\partial \beta} = kT$$ två frihetsgrader 2 ½kT

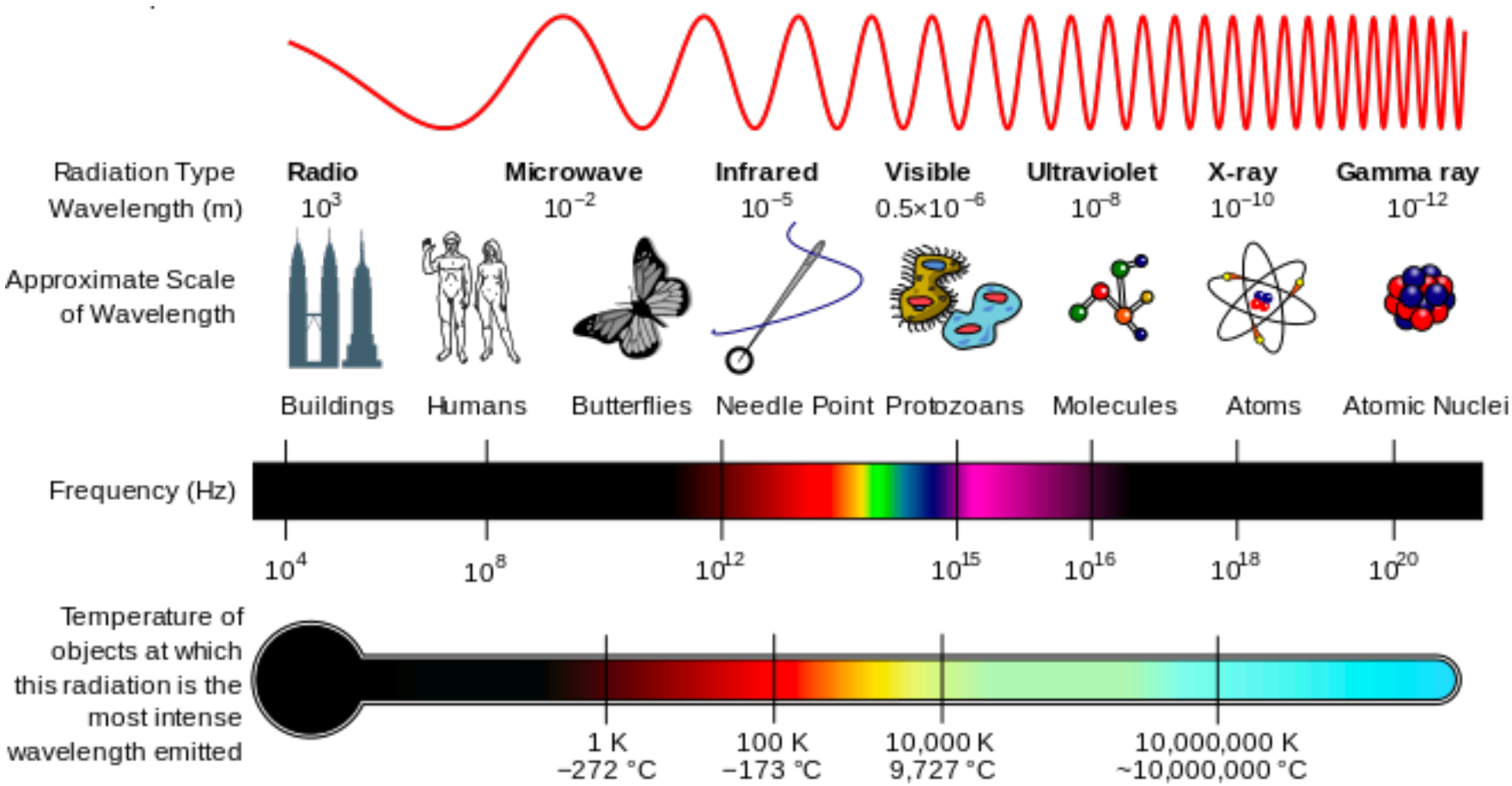
$$U_{rot} = N\bar{E}_{rot} = NkT$$

$$C_{V,\,\mathrm{rot}} = \frac{\partial U_{rot}}{\partial T} = Nk$$

Repetition från 4:e veckan (forts):

Värmekapacitet för gas av
två-atomiga molekyler



Det kvävs mer värme att öka energin vid hög än vid låg temperatur.

7. Elektromagnetisk strålning