

Veckans föreläsningar- läsvecka 6



Måndag/tisdag – Gasers egenskaper

Att läsa och göra: Denna presentation + Quizen: "Har jag förstått det som presenterades på föreläsningen om gaser?"

Onsdag 7 december – Kapitel 6. Syror och baser

49 <i>Fö</i> <i>UJ</i>	Gaser, allmänna gaslagen, Avogadros lag Kemisk jämvikt Starka och svaga syror, pH Oxider Buffertlösningar	GASERS EGENSKAPER Powerpointbilder 6: 217-235	Övningskompendium ideala gaser: I1-I13 <i>Uppgifter som går igenom:</i> <i>I1, I5b</i> 6:29-33, 6:36, 6:40, 6:45, 6:47- 48, 6:53, 6.54 <i>Uppgifter som går igenom: 6:41,</i> <i>6:44, 6:55</i>
---	--	---	--

Gasers egenskaper



Allmänt om gaser

- Vanlig torr luft består av ca 78 % kvävgas, 21 % syrgas, 0,93% argon och 0,04% koldioxid (+ små mängder övrigt)
- I luften tar gasmolekylerna upp en volym på ca 0,01 %, resten 99,99 % är tomrum (vid normalt tryck och temperatur)
- Gaspartiklar rör sig snabbt; vätgas med ca 1900 m/s, syrgas ca 480 m/s, luft ca 340 m/s = ljudets hastighet (medelvärde av alla molekyllslag som finns i luft)
- Alla gaspartiklar har samma rörelsemängd, p ($p = mv$)
*p: Rörelsemängd
m: Massa
v: Hastighet*

Ex. Rörelsemängd - En gasblandning med vätgas och syrgas

$$p(H_2) = m(H_2) \cdot v(H_2) ; p(O_2) = m(O_2) \cdot v(O_2) \Rightarrow m(H_2) \cdot v(H_2) = m(O_2) \cdot v(O_2)$$

Då $p(H_2) = p(O_2)$ och $m(H_2) < m(O_2)$

$\Rightarrow v(H_2) > v(O_2)$ (då massan hos H_2 är lägre i jämförelse med massan hos O_2)

Gasers egenskaper

Allmänt om gaser

Gaspartiklar rör sig ca $0,1 \mu\text{m}$ mellan kollisionerna vilket motsvarar ca 500 partikeldiametrar

Jämförelse: 1 fotboll skulle röra sig ca 100 m mellan kollisionerna om den var en gas

Antal kollisioner är ca $5 \cdot 10^9$ st/sekund. Om alla kollisioner leder till att partikeln färdas i en och samma riktning då skulle en gaspartikel förflytta sig ca 500 meter under 1 sekund

Jämförelse: 1 fotboll skulle förflytta sig ca. 500 000 km under 1 sekund ($\approx$ jorden-månen (snabbare än ljusets hastighet!))



Gasers egenskapet

Tryck

Definieras som kraft per ytenhet: $P = F / A$ (N / m²)

Gaslagar

Boyles lag: $P \sim 1 / V \Rightarrow V \sim 1 / P$ (T, n konstanta)

Charles lag: $V \sim T$ (P, n konstanta)

Avogadros lag: $V \sim n$ (P, T konstanta)

Allmänna gaslagen (ideala gaslagen eller gasernas allmänna tillståndsekvation):

$PV = nRT$ där gaskonstanten $R = 8,314 \text{ Jmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

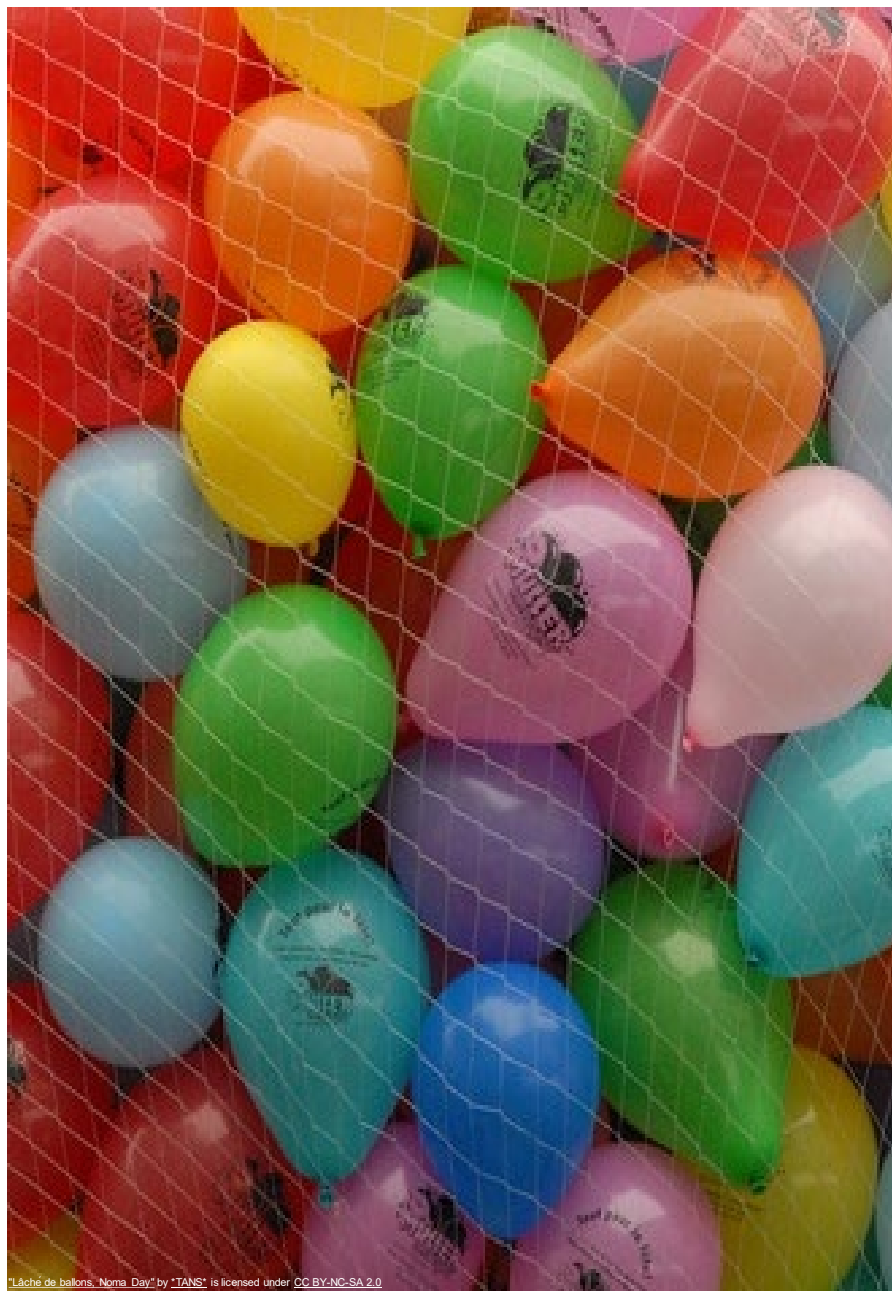
P: Tryck i *Pascal (Pa)*

T: Temperaturen i *Kelvin (K)* ← OBS! Anges i *Kelvin*

n: Substansmängden i *mol*

V: Volym i *m³*

Om man känner till tre (t.ex. tryck, temperatur och substansmängd) kan man räkna ut den 4:e, (volym)



"Lâché de ballons, Norma Day" by "TANS" is licensed under CC BY-NC-SA 2.0

Gasers egenskaper



Några snabba frågor om allmänna gaslagen:

När gäller allmänna gaslagen?

1. När det inte finns någon (eller endast liten) växelverkan mellan gaspartiklarna förutom kollisioner
2. När gaspartiklarnas volym är försumbar i förhållande till totala volymen

Innebär detta att allmänna gaslagen gäller vid normalt tryck och temperatur?

Ja, för i princip alla gaser!

Gasers egenskaper



Parametrar som påverkar om en gas kan betraktas som ideal (= allmänna gaslagen kan användas)

Parametrar som **gynnar** eller **missgynnar** en gas så att den följer allmänna gaslagen:

Höjning av temperaturen $\Rightarrow$ Gaspartiklarna rör sig snabbare $\Rightarrow$ Minskad växelverkan mellan partiklarna (förutom kollisioner)
Sänkning av temperaturen $\Rightarrow$ Gaspartiklarna rör sig långsammare $\Rightarrow$ Ökad växelverkan mellan partiklarna (förutom kollisioner)

Sänkning av trycket $\Rightarrow$ Ökad plats för partiklarna $\Rightarrow$ Gaspartiklarnas volym blir försumbar + Minskad växelverkan mellan partiklarna
Höjning av trycket $\Rightarrow$ Minskad plats för partiklarna $\Rightarrow$ Gaspartiklarnas volym blir ej försumbar + ökad växelverkan mellan partiklarna

Ökning av volymen $\Rightarrow$ Ökad plats för partiklarna $\Rightarrow$ Gaspartiklarnas volym blir försumbar + Minskad växelverkan mellan partiklarna
Minskning av volymen $\Rightarrow$ Minskad plats för partiklarna $\Rightarrow$ Gaspartiklarnas volym blir ej försumbar + ökad växelverkan mellan partiklarna

Minskning av substansmängd $\Rightarrow$ Ökad plats för partiklarna $\Rightarrow$ Gaspartiklarnas volym blir försumbar + Minskad växelverkan mellan partiklarna
Ökning av substansmängd $\Rightarrow$ Minskad plats för partiklarna $\Rightarrow$ Gaspartiklarnas volym blir ej försumbar + ökad växelverkan mellan partiklarna

Gasers egenskaper

Slutsats

För att en gas ska följa allmänna gaslagen gäller:

- Gaspartiklarna ska röra sig snabbt (hög temperatur)
- Finns få gaspartiklar (stor volym, lågt tryck, liten substansmängd)

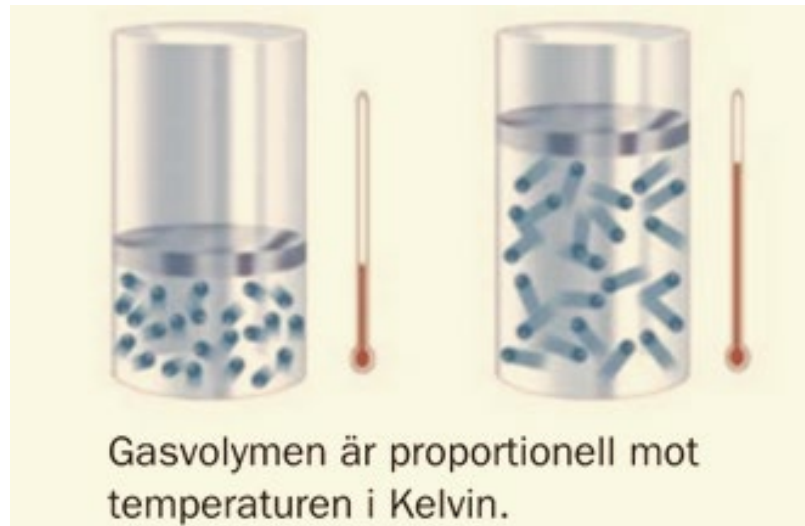


"Noble Gases" by Jeremy Brooks is licensed under CC BY-NC 2.0

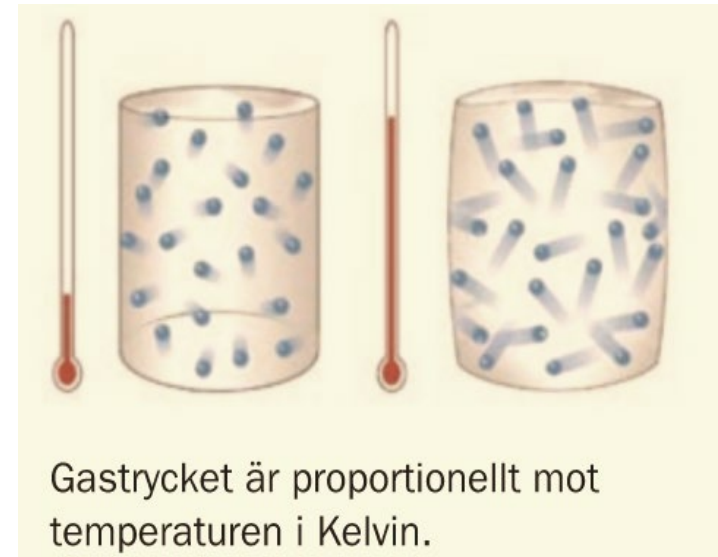
Gasers egenskaper

Temperaturens påverkan på volymen och trycket, $PV = nRT$

Ju högre temperatur desto större volym behöver gasen (P och n är konstanta)



Ju högre temperatur desto högre tryck (V och n är konstanta)



Gasers egenskaper

Överkurs:

För luftballonger gäller att varm luft har lägre densitet än kall luft. Luftballongen stiger uppåt på samma sätt som om du håller nere en kork (låg densitet) i vatten (högre densitet) och släpper den. Korken kommer då upp till vattenytan. På samma sätt stiger luftballongen uppåt.



Förklaring (temperaturens påverkan på en gas)

- När temperaturen ökar då ökar också gaspartiklarnas rörelse
- Gaspartiklarna kräver då mer plats och volymen ökar
- Om volymen inte ändras kommer trycket att öka

Gasers egenskaper



Snabbtest av förståelsen för allmänna gaslagen $PV = nRT$

A. Vad händer med trycket P (ökar/minskar?) hos en gas då allt är konstant men att

1. Volymen ökar? P minskar
2. Substansmängden ökar? P ökar
3. Temperaturen minskar? P minskar

B. Vad händer med temperaturen T (ökar/minskar) hos en gas då allt är konstant men att

1. Volymen ökar? T ökar
2. Substansmängden ökar T minskar
3. Trycket ökar? T ökar

Gasers egenskaper



Exempel: En ballong fylls på inomhus till volymen $2,0 \text{ dm}^3$ vid trycket $100,00 \text{ kPa}$ och temperaturen $25,0^\circ\text{C}$.

- a) Hur många mol luft finns i ballongen?
- b) Vilken blir volymen om ballongen hängs upp utomhus när temperaturen är $-18,0^\circ\text{C}$?

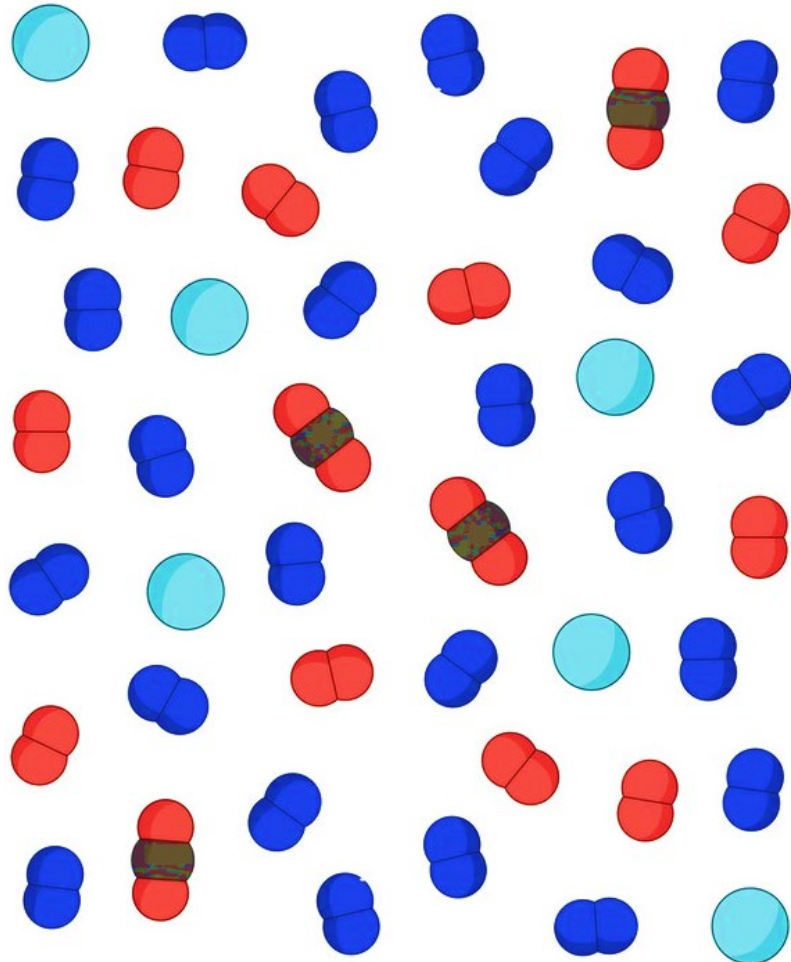
a) $PV = nRT \Rightarrow n = PV / RT = (100 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot 0,0020 \text{ m}^3) / (8,314 \cdot 298,15 \text{ K}) = \underline{\underline{0,081 \text{ mol}}}$

b) OBS! Tryck och substansmängden i ballongen ändras inte! Dvs $P_{\text{inne}} = P_{\text{ute}}$ och $n_{\text{inne}} = n_{\text{ute}}$

$$\begin{array}{l} \text{Inomhus (25}^\circ\text{C): } \cancel{P}_{\text{inne}} V_{\text{inne}} = \cancel{n}_{\text{inne}} \cancel{R} T_{\text{inne}} \\ \text{Utomhus (-18}^\circ\text{C): } \cancel{P}_{\text{ute}} V_{\text{ute}} = \cancel{n}_{\text{ute}} \cancel{R} T_{\text{ute}} \end{array} \quad = \quad \frac{V_{\text{inne}}}{V_{\text{ute}}} = \frac{T_{\text{inne}}}{T_{\text{ute}}}$$

$$\Rightarrow V_{\text{ute}} = V_{\text{inne}} \cdot (T_{\text{ute}} / T_{\text{inne}}) = 0,0020 \text{ m}^3 \cdot (255,15 \text{ K} / 298,15 \text{ K}) = 0,0017 \text{ m}^3 = \underline{\underline{1,7 \text{ dm}^3}}$$

Gasers egenskaper



Gasblandningar

Daltons lag

En gasblandnings totala tryck är summan av partialtrycken (deltrycken) för varje ingående gas. Vilket kan skrivas:

$$P_{\text{tot}} = P_A + P_B + P_C + \dots$$



Ex. Luft innehåller syrgas, kvävgas, argon och koldioxid (och en del andra ämnen med mycket låga koncentrationer). Sätt upp ett uttryck för luft enligt Daltons lag.

Svar: $P_{\text{luft}} = P_{\text{N}_2} + P_{\text{O}_2} + P_{\text{Ar}} + P_{\text{CO}_2}$

Gasers egenskaper

Gasblandningar - Samband mellan P och n

Allmänna gaslagen $PV = nRT$

Trycket P är direkt proportionellt mot substansmängden

$$P \sim n \text{ (då } V, T \text{ är konstanta)}$$

Enligt Daltons lag gäller $P_{\text{tot}} = P_A + P_B + P_C + \dots$

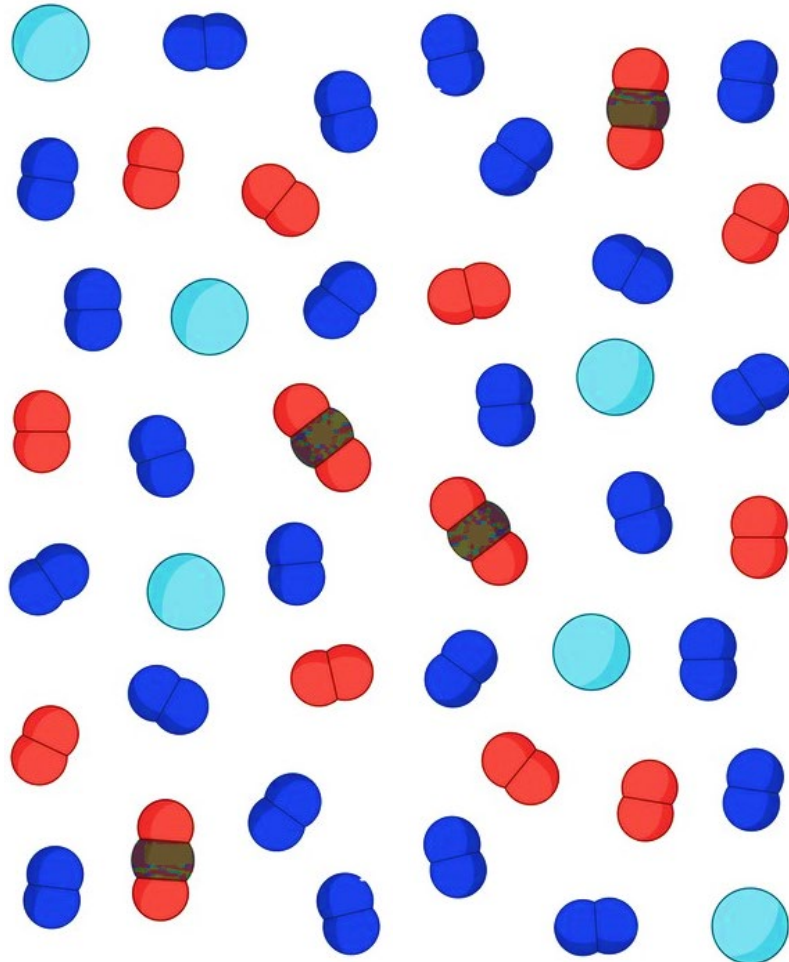
Det gäller också att $n_{\text{tot}} = n_A + n_B + n_C + \dots$

Då $P \sim n$ gäller: $n_A / n_{\text{tot}} = P_A / P_{\text{tot}}$ dvs **"mol%" = "tryck%"**

Ex. I en gasblandning med A och B är $n_A = 4$ mol och $n_B = 8$ mol.
Vad är deltrycken av A och B om $P_{\text{tot}} = 100$ kPa?

$$P_A = \text{"tryck\% A"} \cdot P_{\text{tot}} = \text{"mol\% A"} \cdot P_{\text{tot}} = (4/(4+8)) \cdot 100 \text{ kPa} = \mathbf{33,3 \text{ kPa}}$$

$$P_B = P_{\text{tot}} - P_A = 100 \text{ kPa} - 33,3 \text{ kPa} = \mathbf{66,7 \text{ kPa}}$$



Gasers egenskaper

Avogadros sats och Molvolym

Avogadros sats: "En bestämd volym gas med ett bestämt tryck och en bestämd temperatur innehåller alltid lika många gaspartiklar"

Molvolym: $V_m = V / n = RT / P$ där V_m är molvolymen, uttrycks i "dm³ / mol"

Ex. Vad är molvolymen för en gas vid normala förhållanden? ($t = 25\text{ °C}$ och $P = 101,3\text{ kPa}$)

$$PV = nRT \Rightarrow V / n = V_m = RT / P = (8,314 \cdot 298,15\text{ K}) / 101,3 \cdot 10^3\text{ Pa} = 0,02447\text{ m}^3 / \text{mol}$$
$$= 24,47\text{ dm}^3 / \text{mol} \quad \Rightarrow \quad \text{Svar: } \mathbf{V_m = 24,5\text{ dm}^3 / \text{mol}}$$

Detta innebär att 1 mol gas (oavsett vilken gas) har volymen 24,5 dm³ vid 25 °C och 101,3 kPa

Gaser egenskaper

A fish tank: $V = 24,5 \text{ dm}^3$

31 fishes



How many moles?

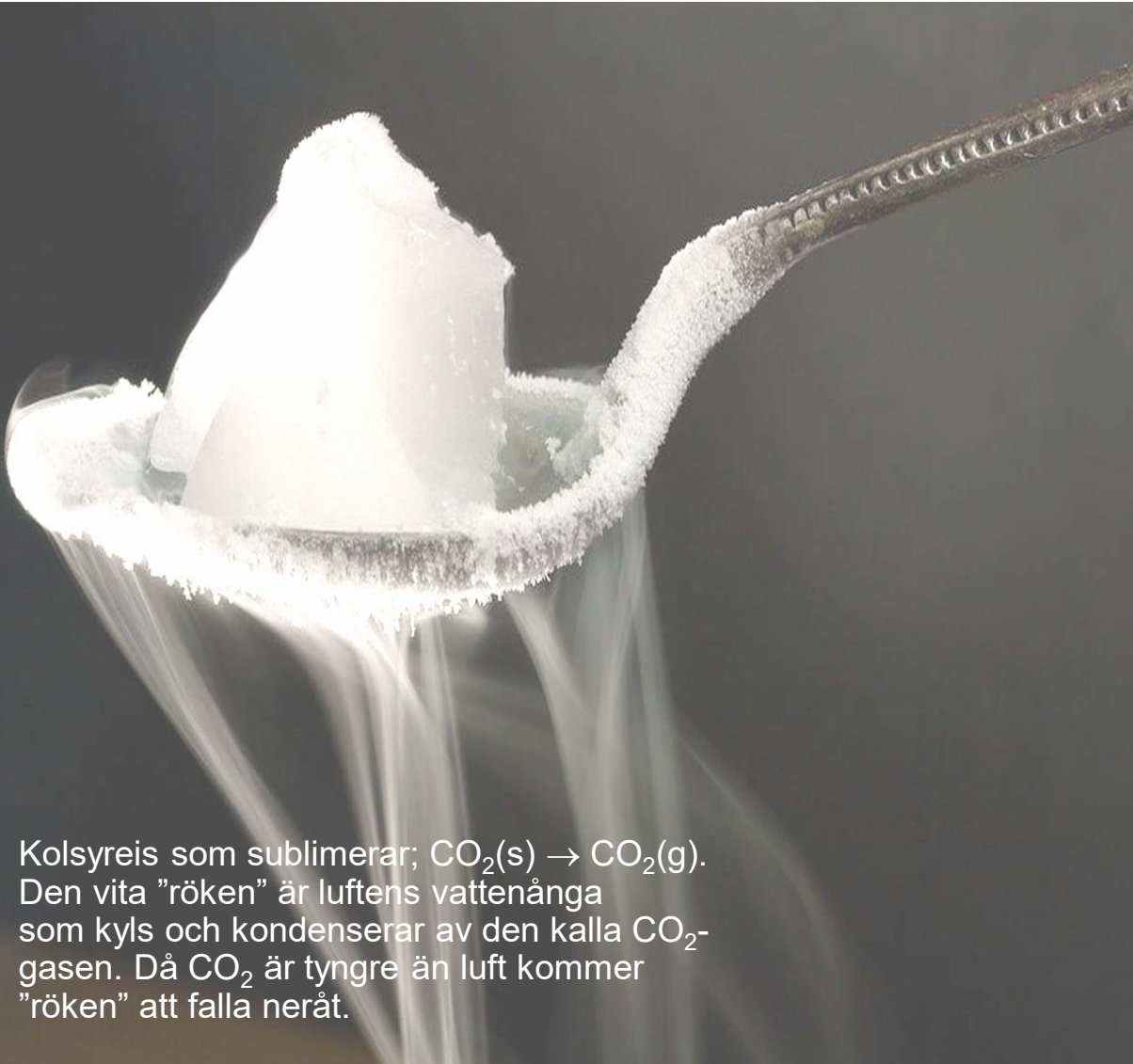


1 mole (mullvad) (= same as for a gas)

Gasers egenskaper

Ångtryck

- Både fasta och vätskeformiga ämnen avger molekyler till gasfasen. Detta kallas ångtryck
- Högt ångtryck innebär att många gaspartiklar bildas i gasfasen
- Ångtrycket ökar med temperaturen

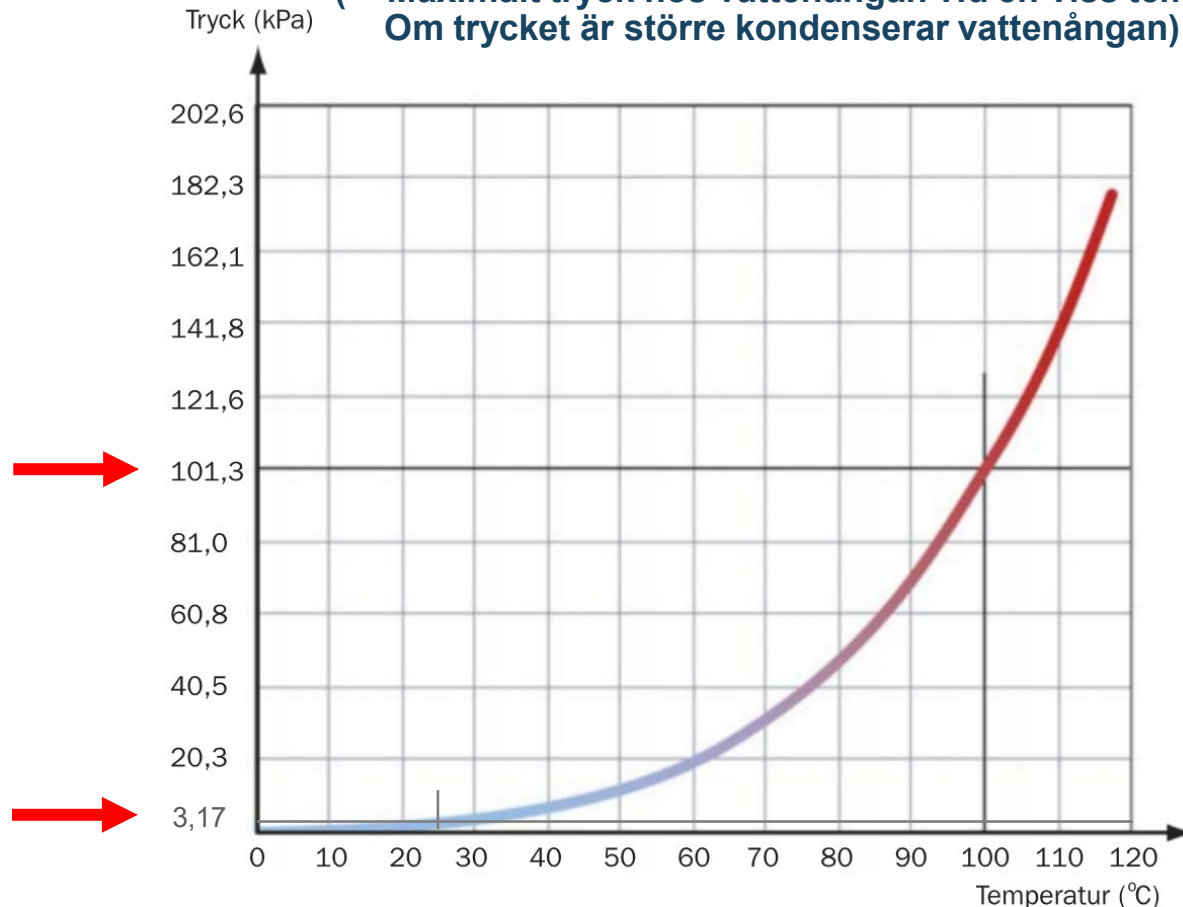


Kolsyreis som sublimerar; $\text{CO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$. Den vita "röken" är luftens vattenånga som kyls och kondenserar av den kalla CO_2 -gasen. Då CO_2 är tyngre än luft kommer "röken" att falla neråt.

Gasers egenskaper

Mättnadstryck för vatten

(= Maximalt tryck hos vattenången vid en viss temperatur.
Om trycket är större kondenserar vattenången)



Mättnadstrycket ökar med temperaturen på vätskan

Vattnets mättnadstryck (ångtryck) vid 25°C är 3,17 kPa
- Om totaltrycket i luft är 101,3 kPa, innebär detta att ca. 3 % av luftens partiklar är vattenmolekyler

Vid 100°C kokar vatten och ångtrycket är 101,3 kPa
(samma som omgivningens)

- Definitionen på en vätskas kokpunkt:
"Den temperatur när vätskans ångtryck är samma som omgivningens "tryck"

Gasers egenskaper

Gasers löslighet i olika lösningsmedel

- Om gasens egenskaper är lika lösningsmedlets löser sig gasen bra
- Vatten är polärt (syret är lite negativt laddat och vätena lite positivt):
 - *Gaser som är polära löser sig bra i vatten:*
Ex. HCl , NH_3 , SO_2 och H_2S
 - *Gaser som är opolära löser sig inte speciellt bra i vatten:*
Ex. Kolväten, H_2 , O_2 , N_2
 - *Gaser som är opolära men kan reagera med vatten löser sig ganska bra i vatten:*
Ex. Koldioxid, $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ (kolsyra)

Olika gasers löslighet i vatten vid 20 °C och totaltrycket 101,3 kPa, uttryckt i g/kg.							
Gas	CH ₄	CO ₂	H ₂	N ₂	NH ₃	O ₂	SO ₂
g/kg	0,023	1,69	0,0016	0,019	529	0,0434	113

Eftersom man har en vattenlösning finns alltid lite vattenånga i gasen. Med totaltrycket menar man trycket av gasen plus vattnets mättnadstryck som är 2,3 kPa vid 20 °C.



Kalla hav (vid polerna) är syrerika



Varma hav är syrefattiga

Gasers egenskaper

Gasers löslighet m.a.p. temperatur

Med ökad temperatur minskar en gas löslighet i en vätska

Detta kan tolkas som att gaspartiklarna rör sig snabbare i vätskan vid högre temperatur och har därför större förmåga (energi) att lämna vätskan

Syres och koldioxids löslighet vid olika temperaturer, uttryckt som g/kg vatten vid totaltrycket 101,3 kPa.

(Gasens tryck plus vattenångans mättnadstryck vid temperaturen i fråga)

Temp/°C	0	10	20	25	40	60	80
O₂	0,0694	0,0521	0,0434	0,0393	0,0308	0,0227	0,0138
CO₂	3,35	2,32	1,69	1,45	0,973	0,576	

Gasers egenskaper

Gasers löslighet m.a.p. tryck

Med ökat tryck av en gas så ökar lösligheten i vätskan

Detta kan förklaras med att när trycket ökar då ökar antal gaspartiklar per volymsenhet. Gaspartiklarna kommer då att kollidera oftare med vätskeytan. Detta leder till att fler gaspartiklar löser sig i vätskan

Henrys lag: $S = k \cdot P$

S är löslighet

k är en konstant

P är trycket av gasen över vätskan

Gasers egenskaper

Gasers löslighet m.a.p. tryck

Henrys lag: $S = k \cdot P$

S är löslighet

k är en konstant

P är trycket av gasen över vätskan

Ex. Beräkna lösligheten för syrgas i vatten vid 25°C uttryckt i molar
då $P_{\text{O}_2} = 20,0 \text{ kPa}$ och $k = 1,28 \cdot 10^{-8} \text{ (mol/dm}^3\text{)/Pa}$

$$S = k \cdot P = 1,28 \cdot 10^{-8} \text{ (mol/dm}^3\text{)/Pa} \cdot 20,0 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 0,000256 \text{ mol/dm}^3 = \mathbf{0,256 \text{ mmol/dm}^3}$$

Gasers egenskaper

Nya begrepp

*gasernas allmänna
tillståndsekvation,
"allmänna gaslagen",
partialtryck, totaltryck,
molvolymen för en gas,
ångtryck, mättnadstryck,
Avogadros sats, Daltons lag.*

- * Gasmolekyler befinner sig långt från varandra, de rör sig snabbt och ändrar riktning vid krockar med andra gaspartiklar och med behållarens väggar.
- * Gaser är blandbara i alla proportioner.
- * Gasernas allmänna tillståndsekvation, $pV = nRT$, visar sambandet mellan tryck, volym, temperatur och substansmängd, och sammanfattar därigenom gasernas uppträdande.
- * Tunga molekyler ger tunga gaser och varm luft har lägre densitet än kall luft.
- * Molvolymen för en gas är $24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$ vid 298 K och $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.
- * Vattenångans mättnadstryck ökar med temperaturen.
- * Gasers löslighet i vätskor ökar med ökat gastryck och minskar med stigande temperatur och lösligheten i vatten beror av gasmolekylernas dipolkaraktär.