

# GASNO STANJE

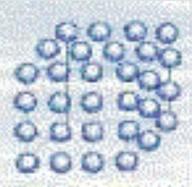
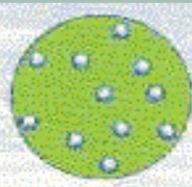
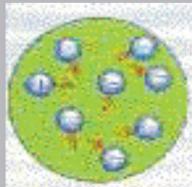
[http://www.ffh.bg.ac.rs/geografi\\_fh\\_procesi.html](http://www.ffh.bg.ac.rs/geografi_fh_procesi.html)

# AGREGATNA STANJA MATERIJE

Četiri agregatna stanja materije na osnovu stepena uređenosti, tj. odnosa termalne energije čestica i energije međumolekulske inetrakcija:

- gasovito
- tečno
- čvrsto
- plazma

Većina supstancija se može jednovremeno pojaviti u više agregatnih stanja. Postojanje datog agregatnog stanja ili prelazak sistema iz jednog u drugo, generalno zavisi od temperature  $T$ , pritiska  $P$ , kao i prirode sistema.

Cvrsto stanje	Tecno stanje	Gasovito stanje	Plazma
<p><i>Primer</i> Led, H<sub>2</sub>O</p> <p><math>T &lt; 0^{\circ}\text{C}</math></p>  <p>Molekuli fiksirani u resetki.</p> 	<p><i>Primer</i> Voda, H<sub>2</sub>O</p> <p><math>0 &lt; T &lt; 100^{\circ}\text{C}</math></p>  <p>Molekuli se slobodno krecu.</p> 	<p><i>Primer</i> Para, H<sub>2</sub>O</p> <p><math>T &gt; 100^{\circ}\text{C}</math></p>  <p>Molekuli se slobodno krecu. Velika medjucesticna rastojanja.</p> 	<p><i>Primer</i> Jonizovan gas</p> $H_2 \rightarrow H^+ + H^+ + 2e^-$ <p><math>T &gt; 100\ 000^{\circ}\text{C}</math></p>  <p>Joni i elektroni se krecu nezavisno. Velika medjucesticna rastojanja.</p> 

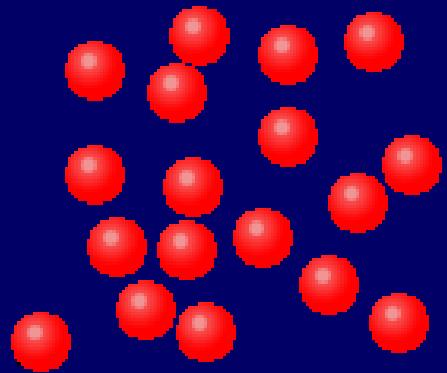
Gasno stanje:

- idealno
- realno

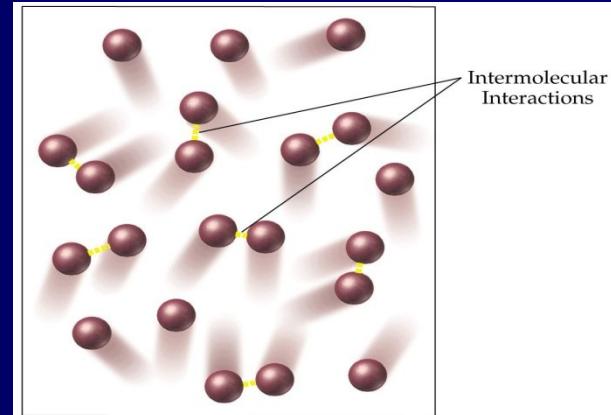
- *gasno* - neznatan intezitet privlačnih sila između čestica u datoј zapremini pa se čestice slobodno i haotično kreću kroz masu gasa.
- *tečno* - međučestične privlačne sile su znatno izraženije nego kod gasova. Međutim, one ne sprečavaju da se čestice neprekidno kreću kroz masu tečnosti, ali uslovjavaju da se one nalaze u kontaktnom okruženju jedne u odnosu na druge. Zbog toga tečnosti imaju konstantu zapreminu  $V$ , ali ne i oblik.
- *čvrsto* - međučestične privlačne sile su toliko jake da prouzrokuju praktično stalnost kontaktnog okruženja čestica. Preovlađujuće kretanje čestica je oscilovanje unutar datog prostora ograničenog drugim, njima okružujućim, česticama. Zbog toga supstancije u čvrstom stanju imaju stalnost oblika i zapremine.
- *plazma* – posebno stanje supstancije kada postoje kao entiteti samo pozitivna atomska jezgra i elektroni.

Parametri stanja	Jedinice
<b>Pritisak <math>P</math></b>	Pascal, Pa
	atmosfera, 1 atm = 101 325 Pa
	1 bar = $10^5$ Pa
	1 mm Hg = 133,322 Pa
<b>Zapremina <math>V</math></b>	$m^3$
	1 l = $10^{-3} m^3$
<b>Temperatura <math>T</math></b>	Kelvin, K
<b>Količina supstance (broj molova <math>n</math>)</b>	mol

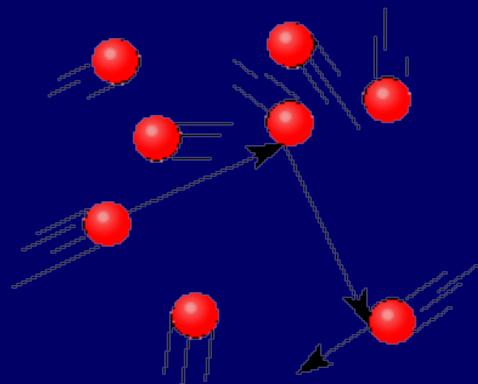
# IDEALNO GASNO STANJE



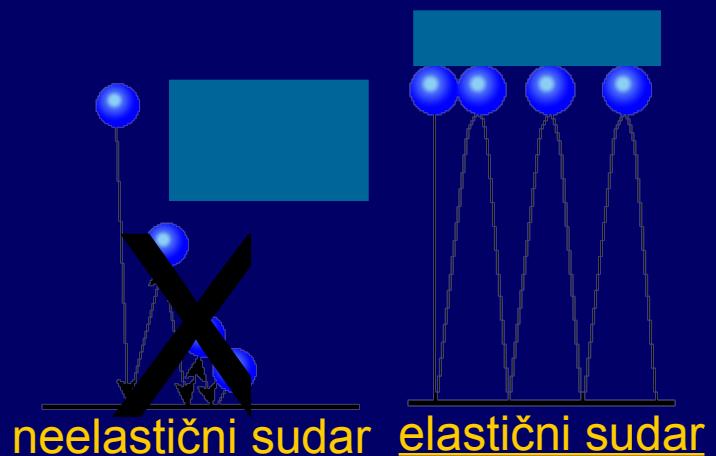
zapremina čestica zanemarljiva  
u odnosu na zapreminu suda



nema interakcija između čestica



čestice se kreću haotično

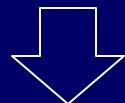


# IDEALNO GASNO STANJE

**Idealan gas** je zamišljeni gas, u kome je zapremina čestica gasa beskonačno mala u odnosu na ukupnu zapreminu gasa (masa čestice je skoncentrisana u jednoj tački) i međučestične privlačne sile su zanemarljive.

## **Zakoni idealnog gasnog stanja:**

- Bojl – Mariotov (R. Boyle i E. Mariotte) zakon
- Gej - Lisakov (J. Gay - Lussac) zakon
- Šarlov (J. Charles) zakon
- Avogardov (A. Avogardo) zakon



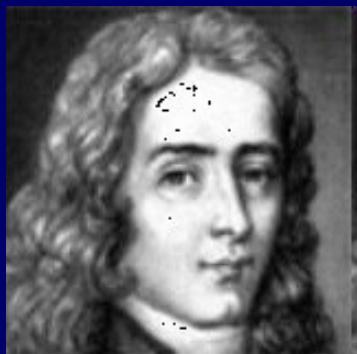
**Jednačina idealnog gasnog stanja**

# ZAKONI IDEALNOG GASNOG STANJA

## Bojl – Mariotov zakon



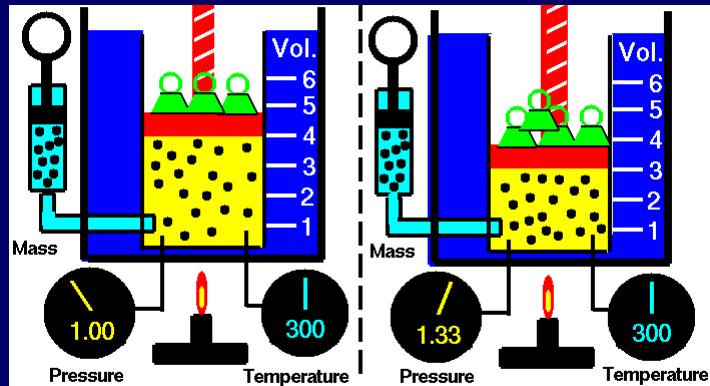
Robert Boyle



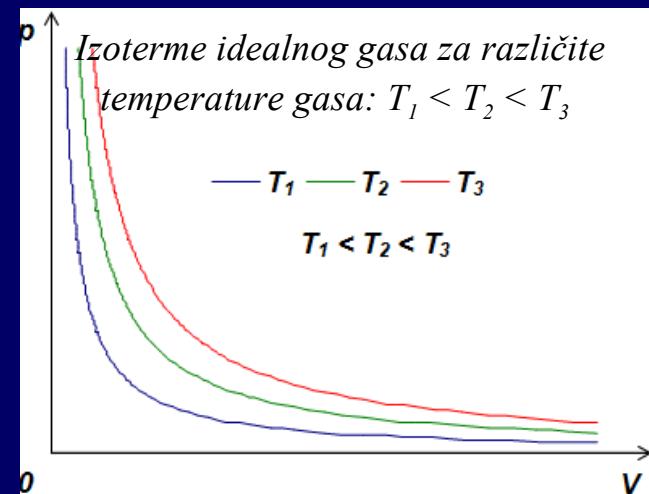
Edme Mariotte

**Bojl – Mariotov zakon:** Za gas kome se ne menja količina  $n$ , na nekoj određenoj temperaturi  $\Theta_v$  proizvod zapremine  $V_i$  i pritiska  $P_i$  je konstantan.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \dots = P_i V_i \quad \text{za } \Theta, n = \text{const.}$$

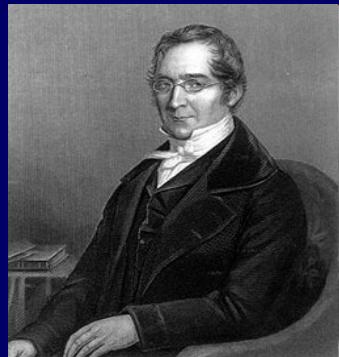


Funkcija pritiska  $P$  idealnog gasa od zapremine  $V$  na konstantnoj temperaturi  $\Theta_i$  se naziva **izoterma**.

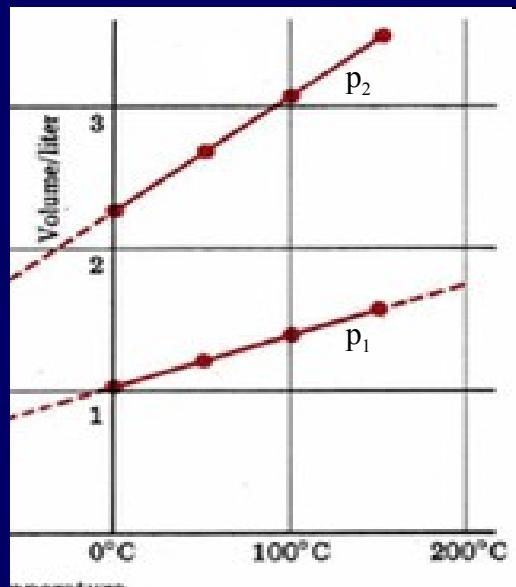


# ZAKONI IDEALNOG GASNOG STANJA

## Gej – Lisakov zakon



Joseph-Louis Gay-Lussac



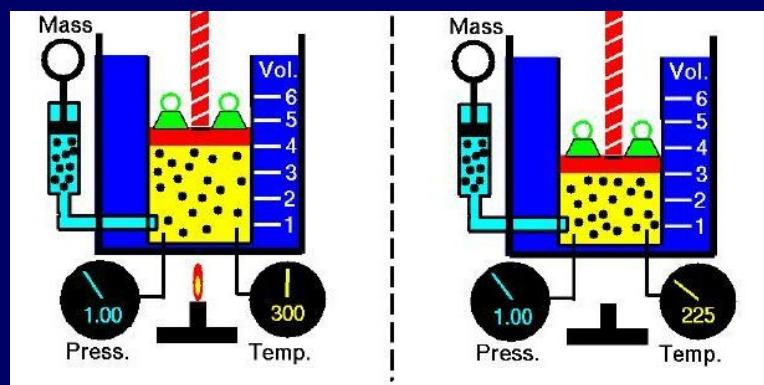
Izobare idealnog gasa za različite pritiske gasa ( $p_1 > p_2$ )

**Gej - Lisakov zakon:** Zapremina gase  $V_{\Theta}$ , pri konstantnom pritisku  $P$  gase, linearna je funkcija temperature  $\Theta$ .

$$V_{\Theta} = V_0(1 + \alpha_v \theta) \quad \text{za } P, n = \text{const.}$$

$V_0$  - zapremina gase na temperaturi  $\Theta = 0^{\circ}\text{C}$

$\alpha_v$  - koeficijenat širenja gase



Funkcija zapremine  $V_{\Theta}$  idealnog gasa od temperature  $\Theta$ , pri konstantnom pritisku  $P$  se naziva **izobara**.

# ZAKONI IDEALNOG GASNOG STANJA

## Šarlov zakon



Jacques Charles

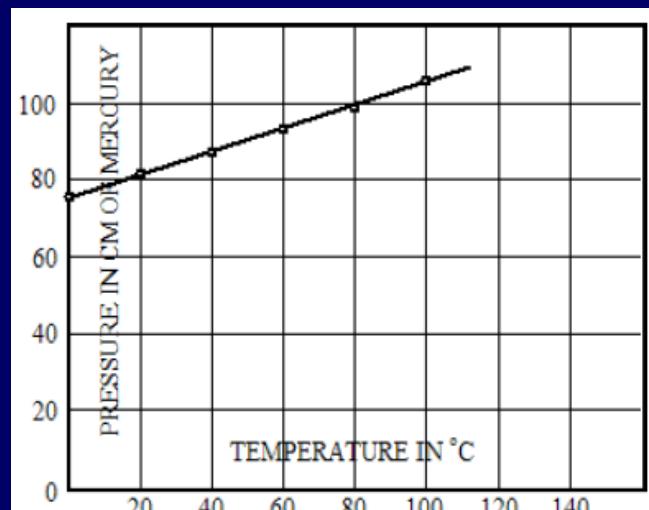
**Šarlov zakon:** pritisak gasa  $P_{\Theta}$ , pri konstantnoj zapremini  $V$  gasa, linearna je funkcija temperature  $\Theta$ .

$$P_{\Theta} = P_0(1 + \alpha_p \Theta) \quad \text{za } V, n = \text{const.}$$

$P_0$  - pritisak gasa na temperaturi  $\Theta = 0^{\circ}\text{C}$

$\alpha_p$  - koeficijenat širenja gasa

Funkcija pritiska  $P_{\Theta}$  idealnog gasa od temperature  $\Theta$ , pri konstantnoj zapremini  $V$ , se naziva **izohora**.



Izohora za idealan gas

# ZAKONI IDEALNOG GASNOG STANJA

## Avogardov zakon



Amedeo Avogadro

*Avogadrov zakon* – Jednake zapremine svih gasova na istoj temperaturi i pritisku imaju jednak broj molekula.

$$\text{Avogadrova konstanta } N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

	Ar	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Zapremina:	22,4 L	22,4 L	22,4 L
Masa:	40 g	32 g	28 g
Količina:	1 mol	1 mol	1 mol
Pritisak:	1 atm	1 atm	1 atm
Temperatura:	273 K	273 K	273 K

STP (standardni uslovi):  $\theta = 0^\circ\text{C}$ ,  $p = 1 \text{ atm} \rightarrow V_{n=1} = 22,414 \text{ l mol}^{-1}$

SATP (standardni ambijentalni uslovi):  $\theta = 25^\circ\text{C}$ ,  $p = 1 \text{ bar} \rightarrow V_{n=1} = 24,789 \text{ l mol}^{-1}$

# JEDNAČINA IDEALNOG GASNOG STANJA

$$PV = nRT$$

$P$  – pritisak gasa

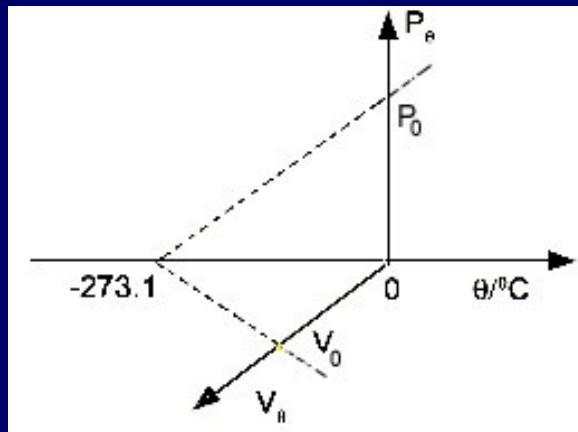
$V$  – zapremina gasa

$n$  – broj molova gasa

$R$  – univerzalna gasna konstanta,  $R = 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

$T$  - temperatūra

# Kelvinova temperaturska skala

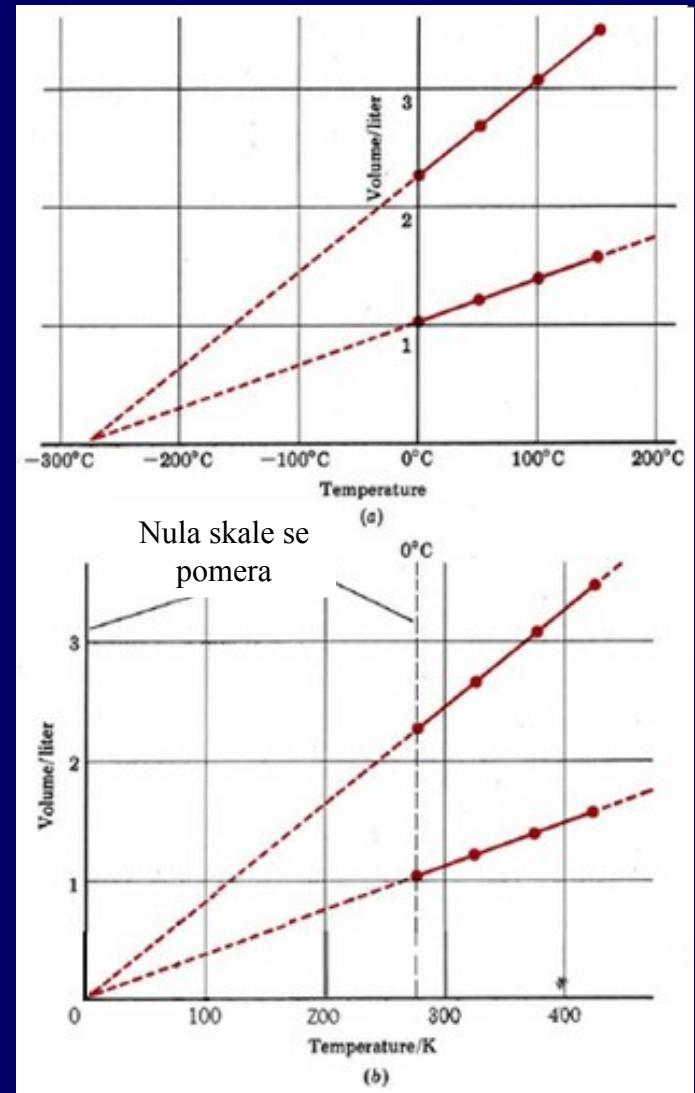


Prikaz zavisnosti pritiska  $P_\Theta$  od temperature  $\Theta$  pri konstantnoj zapremini (izohora) i zapremine  $V_\Theta$ , od temperature pri konstantnom pritisku (izobara) idealnog gasa

Temperaturska skala obrazovana od absolutne nule temperature (- 273,15 °C) kao referentne temperature.

- Apsolutna nula
- Apsolutna (Kelvin-ova) temperaturska skala
- Veza absolutne temperature  $T$  i celzijusove temperature  $\Theta$  (u °C):

$$T = (273,16 + \Theta) \text{ K}$$



# Idealno gasno stanje - pregled

➤ Definicija idealnog gasnog stanja

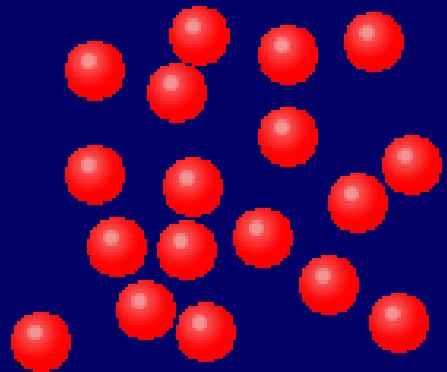
➤ Zakoni idealnog gasnog stanja:

- ▷ Bojl – Mariotov zakon
- ▷ Gej - Lisakov zakon
- ▷ Šarlov zakon
- ▷ Avogardov zakon

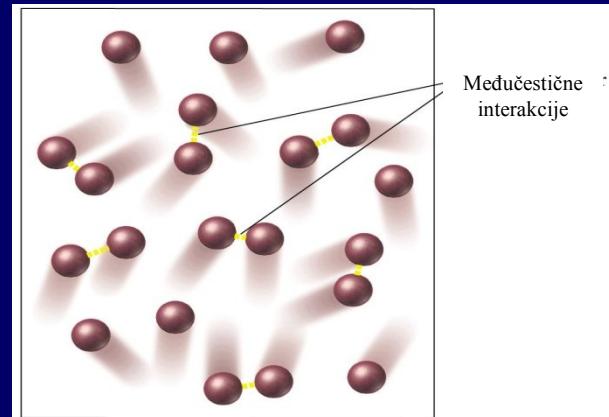
➤ Jednačina idealnog gasnog stanja

➤ Kelvinova temperaturska skala

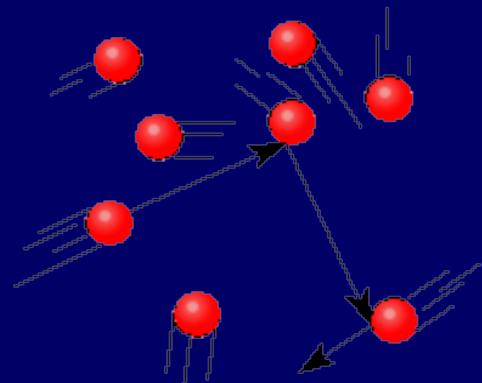
# REALNO GASNO STANJE



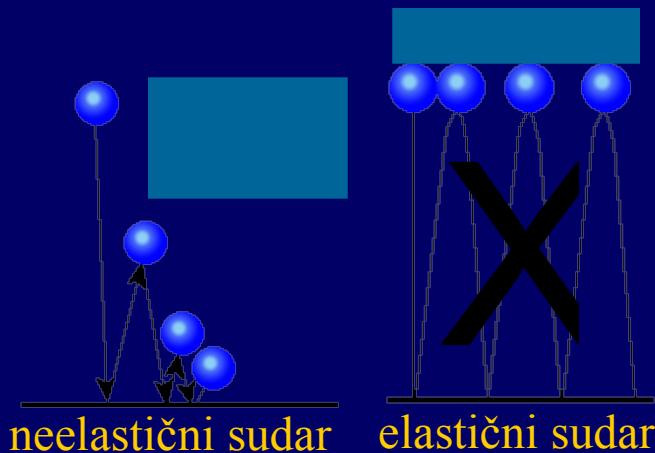
zапреmina ћестика није занемарљива  
у односу на запримину суда



има интеракција између ћестика



ћестице се крећу хаотично



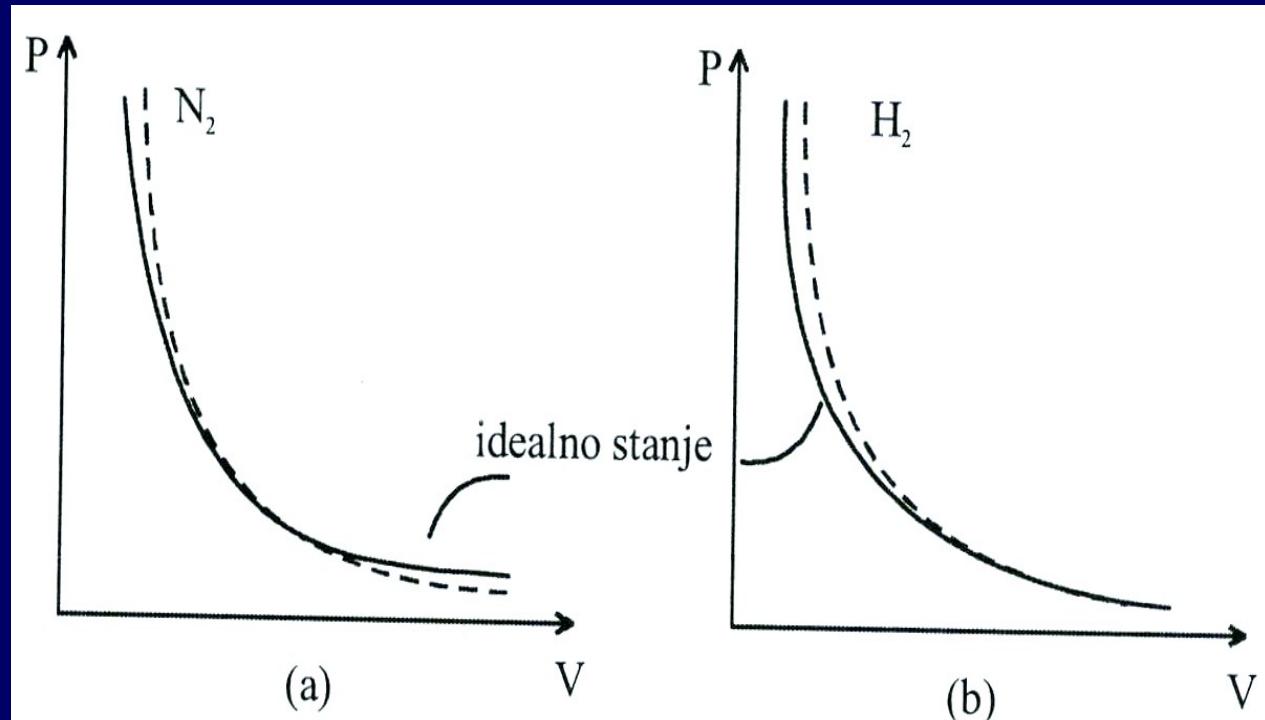
неелastičни судар

елastičни судар

**Realno gasno stanje** je svako stanje u kome se gasovita materija ne pokorava zakonima i jednačini idealnog gasnog stanja.

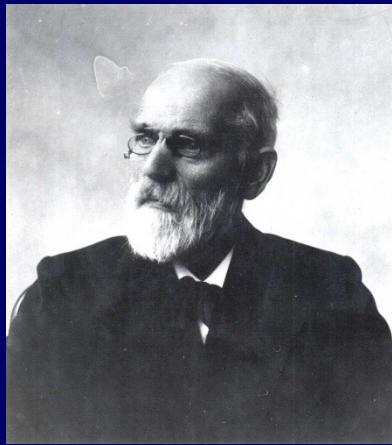
U realnim gasovima, za razliku od idealnog, postoji međusobno delovanje čestica čija se zapremina ne može da zanemari kao što je to učinjeno u slučaju idealnog gasa.

Na visokim temperaturama i niskim pritiscima, čestice gase su dovoljno udaljene jedna od druge tako da sile privlačenja između čestica praktično postaju zanemarljive i ponašanje gasova se može opisati zakonima koje važe za idealan gas.



Izoterme za azot (a) i vodonik (b) u poređenju sa izotermama za idealno gasno stanje

# VAN DER VALSOVA JEDNAČINA



$$\left( P + n^2 \frac{a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

*P – pritisak gasa*

*V – zapremina gasa*

*n – broj molova gasa*

*R - univerzalna gasna konstanta*

*T – absolutna temperatura*

*a i b - empirijske konstante*

*J. D. van der Waals*

a – zavisi od prirode gasa i temperature

b – kovolumen, predstavlja onu zapreminu gasa ispod koje se dati gas ne može sabiti usled postojanja realnih zapremina molekula

***Druge jednačine realnog gasnog stanja:***

- Virijelna jednačina, jednačina Kamerling Onesa (Kamerlingh-Onnes)
- Klauzijusova (Clausius) jednačina
- još oko 200 drugih jednačina

## **Realno gasno stanje - pregled**

- Definicija realnog gasnog stanja
- Van der Valsova jednačina
- Ostale jednačine realnog gasnog stanja