گازها

فصل ۵

1

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

عناصری که در دمای ۲۵ سلیسیوس و فشار ۱ اتمسفربه صورت گاز وجود دارند.

1A												3A	4A	5A	6A	7A	8A
H	2A																He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B		8B		1B	2B	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							

2

برخی از مواد که به صورت گاز در دمای ۲۵ و فشار ۱ اتمسفرکشف شده اند.

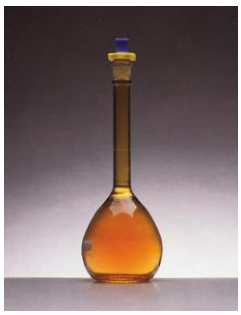
عناصر	ترکیبات
H_2 (molecular hydrogen)	HF (hydrogen fluoride)
N_2 (molecular nitrogen)	HCl (hydrogen chloride)
O_2 (molecular oxygen)	HBr (hydrogen bromide)
O_3 (ozone)	HI (hydrogen iodide)
F_2 (molecular fluorine)	CO (carbon monoxide)
Cl_2 (molecular chlorine)	CO_2 (carbon dioxide)
He (helium)	NH_3 (ammonia)
Ne (neon)	NO (nitric oxide)
Ar (argon)	NO_2 (nitrogen dioxide)
Kr (krypton)	N_2O (nitrous oxide)
Xe (xenon)	SO_2 (sulfur dioxide)
Rn (radon)	H_2S (hydrogen sulfide)
	HCN (hydrogen cyanide)*

*نقطه جوش هیدروژن سیانید ۲۶ می باشد امااین گاز به اندازه کافی به شرایط عادی جو نزدیک است.

3

خصوصیات فیزیکی گاز ها

- ✓ گاز ها به حجم و شکل ظروف در می آیند.
- ✓ گاز ها تراکم پذیر ترین حالت یک ماده هستند.
- ✓ گازهابه طور مساوی و به طور کامل در هنگامی که محبوس در ظرفی می باشند ترکیب می شوند.
- ✓ گاز ها کمترین چگالی را نسبت به مایعات و جامدات دارا می باشند.



گاز NO_2

4

Collapsing Can

5

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{مساحت}}$$

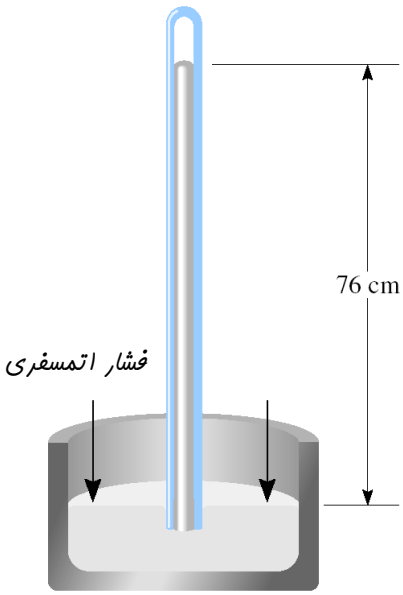
$$\text{نیرو} = \text{جرم} \times \text{شتاب}$$

واحد های فشار

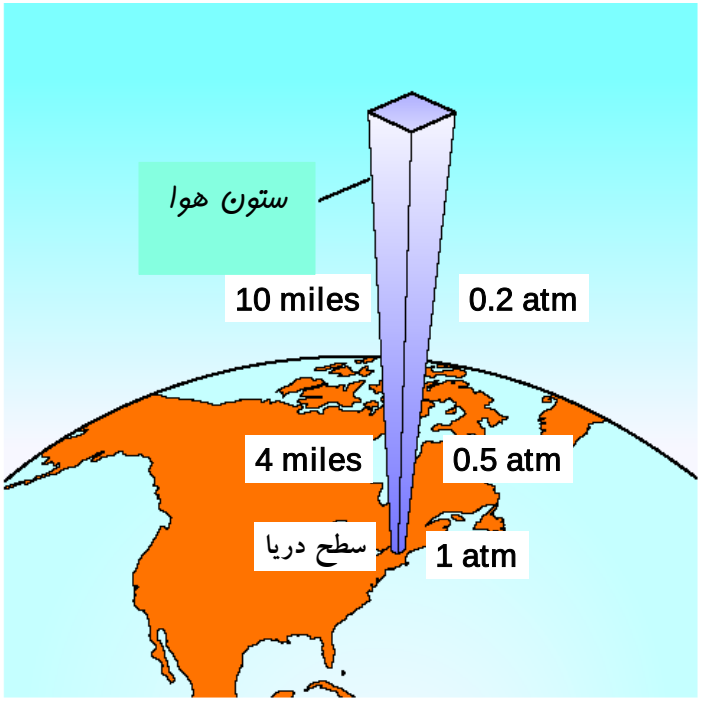
1 Pascal (Pa) = 1 N/m^2

1 atm = 760 mmHg = 760 torr

1 atm = 101,325 Pa

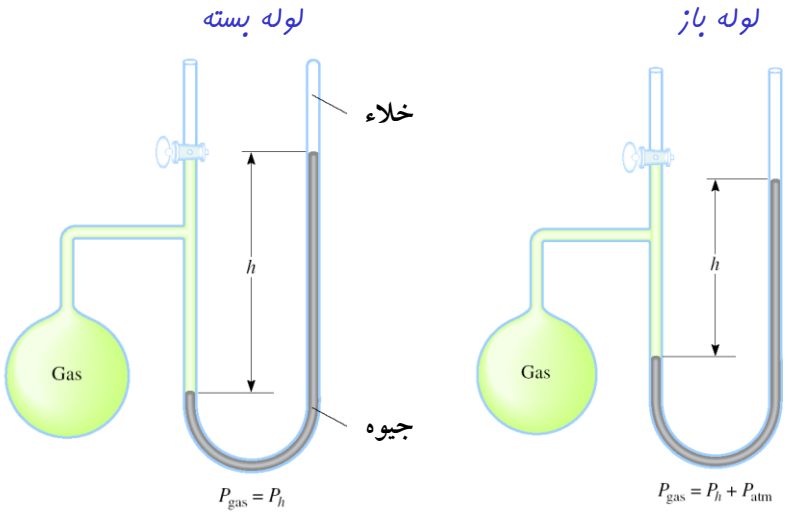


6



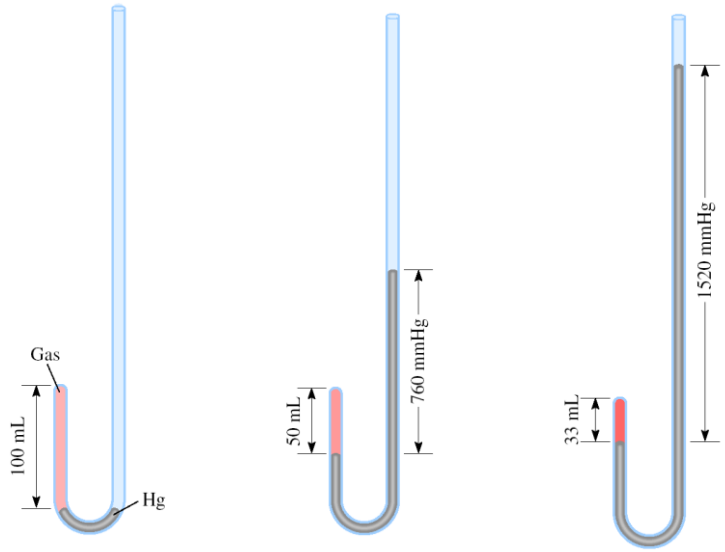
7

فشار سنج هایی که برای اندازه گیری فشار گاز استفاده می شود



8

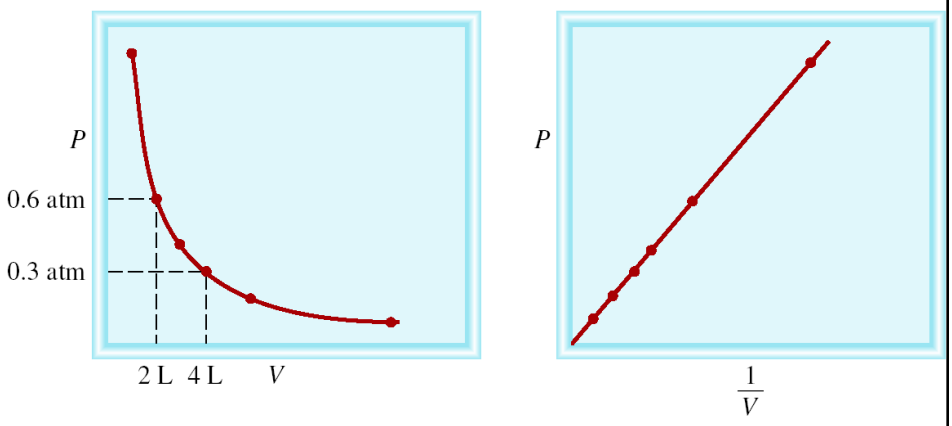
دستگاهی برای بررسی رابطه بین فشار و حجم یک گاز



با افزایش فشار کاهش حجم

9

قانون بویل

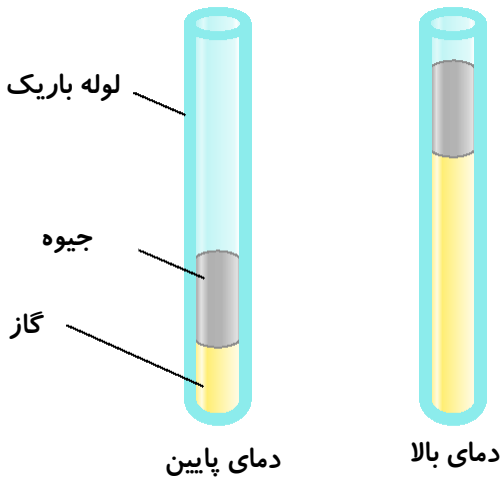


10

نمونه ای از گاز کلر حجم ۹۴۶ میلی لیتر را در فشار ۷۲۶ میلی متر جیوه اشغال کرده است، اگر حجم گاز در دمای ثابت به ۱۵۴ میلی لیتر کاهش یابد، فشار گاز را (بر حسب میلی متر جیوه) محاسبه کنید؟

11

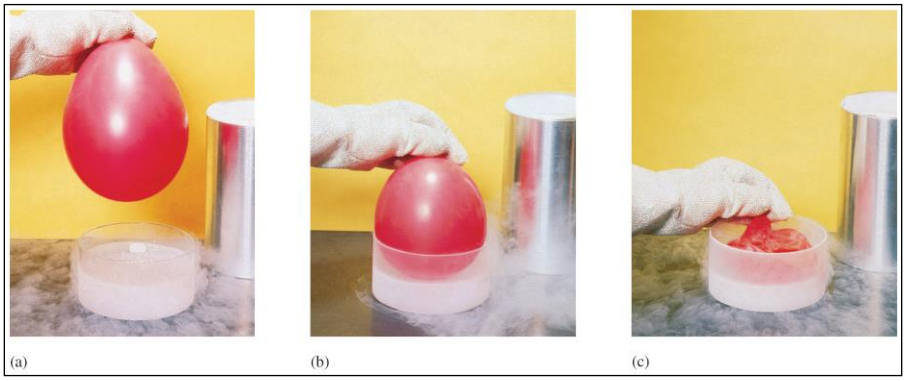
تغییر حجم گازها با تغییر دما در فشار ثابت



افزایش حجم ⟹ با افزایش دما

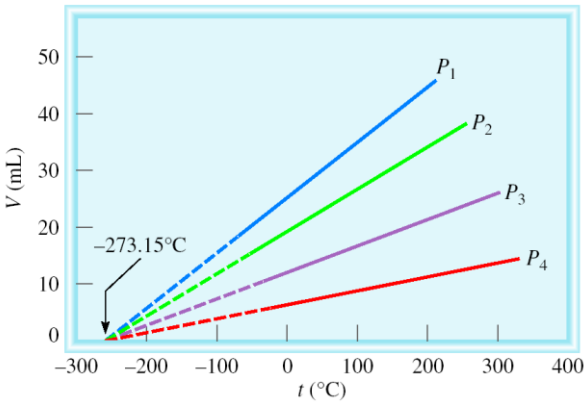
12

Liquid Nitrogen and a Balloon



13

تغییر حجم گاز با تغییر دما در فشار ثابت



قانون چارلز و گی لوساک

دما باید به صورت کلوین باشد

T (K) = t (^{0}C) + 273.15

14

نمونه ای از گاز کربن مونو اکسید در دمای ۱۲۵درجه سیلسیوس، ۳/۲۰ لیتر فضا را اشغال کرده است. اگر فشار ثابت باشد، این گاز در چه دمایی حجم ۱/۵۴ لیتر را اشغال خواهدکرد؟

15

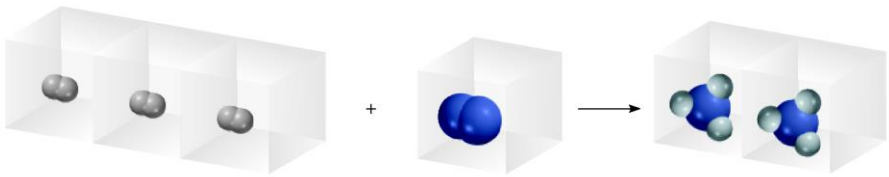
قانون آووگادرو

$V \alpha$ تعدا مول (n)

$V =$ مقدار ثابت x n

درجه حرارت ثابت
فشار ثابت

$$V_1 / n_1 = V_2 / n_2$$



$3H_2(g)$	+	$N_2(g)$	⟶	$2NH_3(g)$
3 molecules	+	1 molecule	⟶	2 molecules
3 moles	+	1 mole	⟶	2 moles
3 volumes	+	1 volume	⟶	2 volumes

16

سوختن آمونیاک با اکسیژن باعث تشکیل اکسید نیتریک (NO) و بخار آب می شود. چه مقدار حجمی از NO، از یک حجم آمونیاک در دما و فشار یکسان به دست آمده است؟

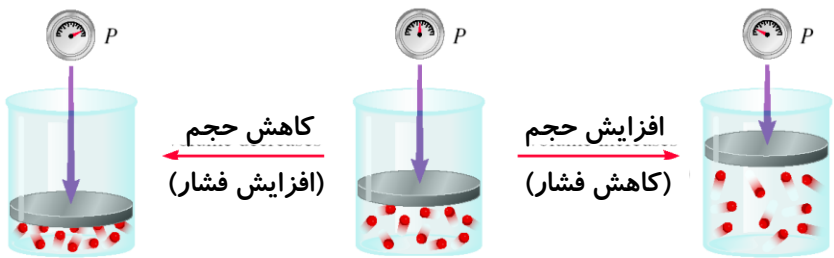
$$4NH_3 + 5O_2 \longrightarrow 4NO + 6H_2O$$

17

خلاصه ای از قوانین گاز ها

قانون بویل

افزایش و کاهش حجم گاز در دما ثابت



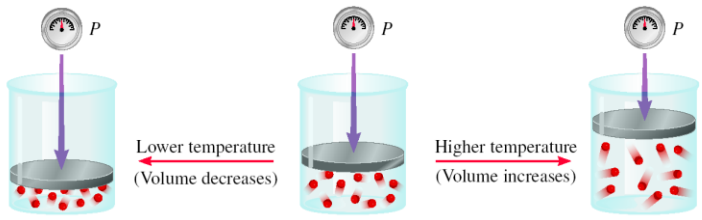
قانون بویل

$P = (nRT)\frac{1}{V}$ ...مقدارnRT ثابت

18

قانون چارلز

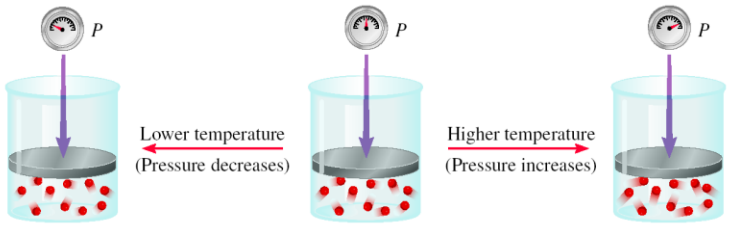
Heating or cooling a gas at constant pressure



Charles's Law

$V = \left(\frac{nR}{P}\right) T \quad \frac{nR}{P}$ is constant

Heating or cooling a gas at constant volume



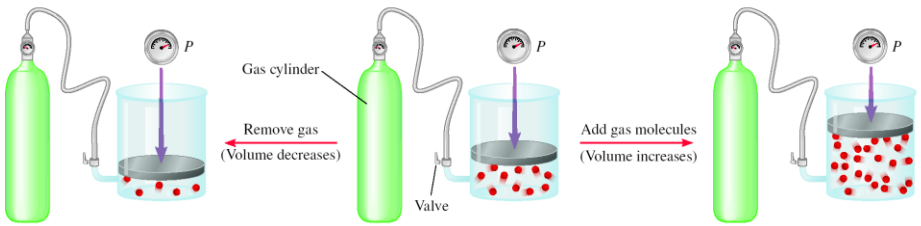
Charles's Law

$P = \left(\frac{nR}{V}\right) T \quad \frac{nR}{V}$ is constant

19

قانون آووگادرو

Dependence of volume on amount of gas at constant temperature and pressure



Avogadro's Law

$V = \left(\frac{RT}{P}\right) n \quad \frac{RT}{P}$ is constant

20

معادله گاز ایده آل

قانون بویل : $P \alpha \frac{1}{V}$ (at constant n and T)

قانون چارلز : $V \alpha T$ (at constant n and P)

قانون آووگادرو : $V \alpha n$ (at constant P and T)

$$V \alpha \frac{nT}{P}$$

$$V = \text{constant} \times \frac{nT}{P} = R\frac{nT}{P}$$ **R ثابت گازها**

$$\boxed{PV = nRT}$$

21

شرایط $0\ ^{\circ}C$ و $1atm$ را دما و فشار استاندارد (STP) می نامند.

آزمایش ها نشان می دهند که تحت شرایط STP، یک مول گاز ایده آل ۲۲/۴۱ لیتر فضا را اشغال می کند.

$$PV = nRT$$

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{(1\ \text{atm})(22.414\text{L})}{(1\ \text{mol})(273.15\ \text{K})}$$

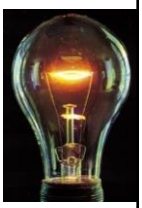
$$R = 0.082057\ \text{L} \cdot \textit{atm} / (\textit{mol} \cdot \textit{K})$$

22

حجم اشغال شده به وسیله ۴۹/۸ گرم از HCl در شرایط STP چقدر (بر حسب لیتر) است؟

23

آرگون گاز بی اثری است که در لامپ های حبابی جهت تاخیر در تبخیر رشته لامپ مورد استفاده قرار می گیرد. یک لامپ حبابی معین حاوی گاز آرگون در فشار ۱/۲۰ اتمسفر و دمای ۱۸ درجه سانتیگراد، در حجم ثابت تا دمای ۸۵ درجه سانتیگراد حرارت داده می شود. فشار نهایی گاز آرگون در لامپ حبابی چند است (بر حسب اتمسفر)؟



24

محاسبه چگالی (d):

$$d = \frac{m}{V} = \frac{P\mathcal{M}}{RT}$$

m جرم گاز بر حسب گرم

$\mathcal{M}$ جرم مولی گاز

جرم مولی ($\mathcal{M}$) مواد گازی

$$\mathcal{M} = \frac{dRT}{P}$$

d چگالی گاز بر حسب g/L

25

یک ظرف ۲/۱۰ لیتری، حاوی ۴/۶۵ گرم از یک گاز در فشار ۱ اتمسفر و دمای ۲۷ ^{0}C است. جرم مولی گاز چند است؟

26

استوکیومتری گاز

مقدار واکنشگر (گرم یا حجم) → مول های واکنشگر → مول های محصول → مقدار محصول (گرم یا حجم)

چه حجمی از CO_2 در دمای $37\ ^0C$ و فشار 1 atm تولید می شود، هنگامی که مقدار ۵/۶۰ گرم از گلوکز در واکنش استفاده می شود؟

$$C_6H_{12}O_6\ (s) + 6O_2\ (g) \longrightarrow 6CO_2\ (g) + 6H_2O\ (l)$$

$$g\ C_6H_{12}O_6 \longrightarrow mol\ C_6H_{12}O_6 \longrightarrow mol\ CO_2 \longrightarrow V\ CO_2$$

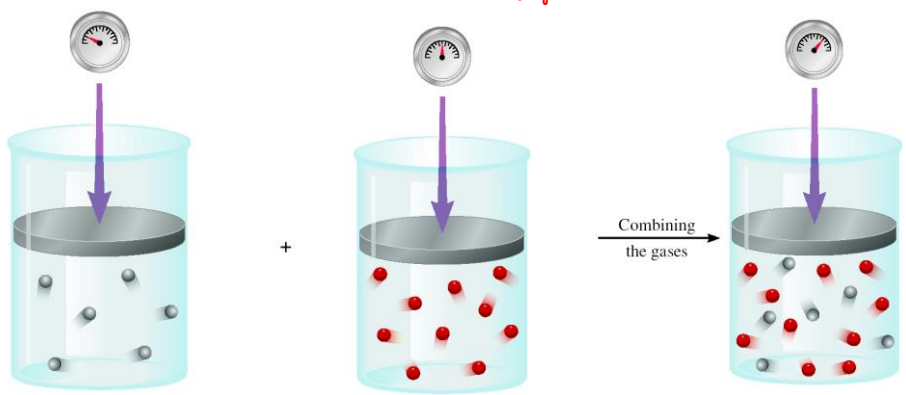
$$5.60\ g\ C_6H_{12}O_6 \times \frac{1\ mol\ C_6H_{12}O_6}{180\ g\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{6\ mol\ CO_2}{1\ mol\ C_6H_{12}O_6} = 0.187\ mol\ CO_2$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.187\ mol \times 0.0821\ \frac{L \cdot atm}{mol \cdot K} \times 310.15\ K}{1.00\ atm} = 4.76\ L$$

27

قانون فشارهای جزئی دالتون

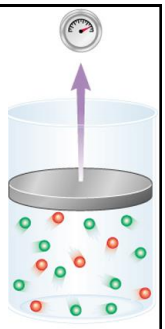
حجم و دما ثابت هستند



P_1 P_2 $P_{total} = P_1 + P_2$

28

حالتی را در نظر بگیرید که در آن دو گاز A و B در یک ظرف به حجم V باشند.



$P_A = \frac{n_A RT}{V}$ n_A is the number of moles of A

$P_B = \frac{n_B RT}{V}$ n_B is the number of moles of B

$P_T = P_A + P_B$ $X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$ $X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$

$P_A = X_A P_T$ $P_B = X_B P_T$

$P_i = X_i P_T$

کسر مولی (X_i) = $\frac{n_i}{n_T}$

29

$$P_T = P_A + P_B = \frac{n_A RT}{V} + \frac{n_B RT}{V} = \frac{RT}{V}(n_A + n_B) = \frac{nRT}{V}$$

$$\frac{P_A}{P_T} = \frac{n_A RT/V}{(n_A + n_B)RT/V} = \frac{n_A}{n_A + n_B} = X_A$$

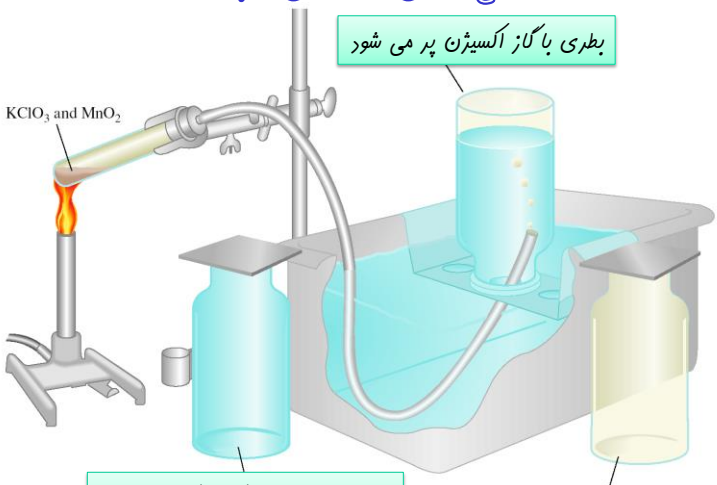
$$P_A = X_A P_T$$

30

یک نمونه از گاز طبیعی شامل ۸/۲۴ مول CH_4، ۰/۴۲۱ مول C_2H_6 و ۰/۱۱۶ مول C_3H_8 است. اگر فشار کلی گازها ۱/۳۷ اتمسفر باشد، فشار جزئی پروپان (C_3H_8) چند است؟

31

جمع آوری گاز روی آب



$$2KClO_3\,(s) \longrightarrow 2KCl\,(s) + 3O_2\,(g)$$

$$P_T = P_{O_2} + P_{H_2O}$$

32

بخار آب و دما

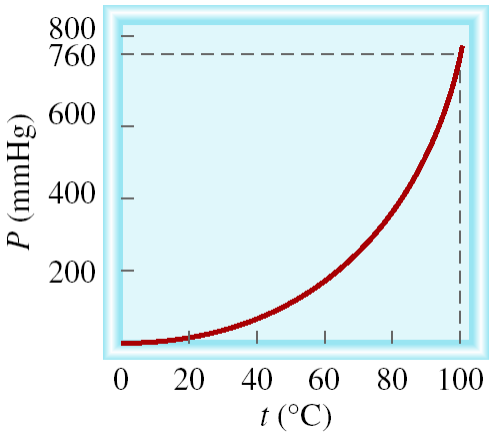


TABLE 5.3
Pressure of Water Vapor at Various Temperatures

Temperature (°C)	Water Vapor Pressure (mmHg)
0	4.58
5	6.54
10	9.21
15	12.79
20	17.54
25	23.76
30	31.82
35	42.18
40	55.32
45	71.88
50	92.51
55	118.04
60	149.38
65	187.54
70	233.7
75	289.1
80	355.1
85	433.6
90	525.76
95	633.90
100	760.00

33

شیمی در عمل:

غواصی و قوانین گاز

Depth (ft)	Pressure (atm)
0	1
33	2
66	3

P ↓ V ↑

34

اکسیژن حاصل از تجزیه پتاسیم کلرات توسط دستگاه جمع آوری گاز، جمع آوری می شود. حجم اکسیژن جمع آوری شده در ۲۴ درجه سانتیگراد و فشار جو ۷۶۲ میلی متر جیوه معادل ۱۲۸ میلی لیتر است. جرم گاز اکسیژن حاصل را بر حسب گرم به دست آورید. فشار بخار آب در ۲۴ درجه سانتیگراد ۲۲/۴ میلی متر جیوه است.

35

نظریه جنبشی مولکولی گازها

1. گاز از مولکول هایی تشکیل شده است که به اندازه فواصل به مراتب خیلی بزرگتر از ابعادشان از یکدیگر جدا هستند و مولکول های گاز به صورت نقاطی فرض می شوند که جرم دارند ولی حجم شان ناچیز است.
2. مولکول های گاز در جهات اتفاقی در حرکت بوده و بارها به یکدیگر برخورد می کنند. برخورد میان مولکول ها بطور کامل الاستیک است.
3. مولکول های گاز به یکدیگر نیروی جاذبه و نیروی دافعه وارد نمی کنند.
4. میانگین انرژی جنبشی مولکول ها متناسب با دمای گاز بر حسب کلوین است. هر دو گاز در دمای یکسان، میانگین انرژی جنبشی یکسانی دارند. میانگین انرژی جنبشی یک مولکول با عبارت زیر بیان می شود:

$$\overline{KE} = \tfrac{1}{2} m\overline{u^2}$$

میانگین مجذور سرعت

36

کاربرد نظریه جنبشی مولکولی گازها

- تراکم پذیری گازها
- قانون بویل

سرعت برخورد با دیواره α P

عدد چگای α سرعت برخورد

عدد چگالی α $1/V$

$P \alpha 1/V$

- قانون چارلز

سرعت برخورد با دیواره α P

میانگین انرژی جنبشی مولکول های گاز α سرعت برخورد

میانگین انرژی جنبشی α T

$P \alpha T$

37

کاربرد نظریه جنبشی مولکولی گازها

- قانون آووگادرو

سرعت برخورد با دیواره α P

عدد چگالی α سرعت برخورد

عدد چگالی α n

$P \alpha n$

- قانون فشارهای جزیی دالتون

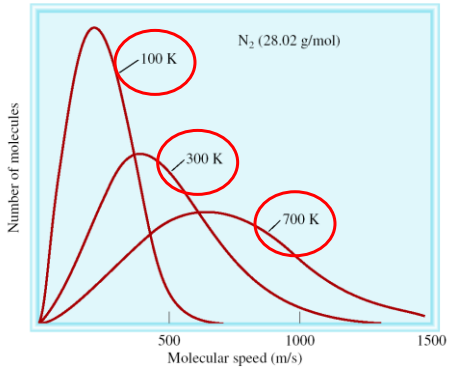
اگر مولکول های گاز هیچ جاذبه و دافعه ای بر یکدیگر نداشته باشند

پس فشار اعمال شده به وسیله یک نوع مولکول گازی با حضور یک نوع گاز دیگر تاثیر نمی پذیرد

$P_{total} = \Sigma P_i$

38

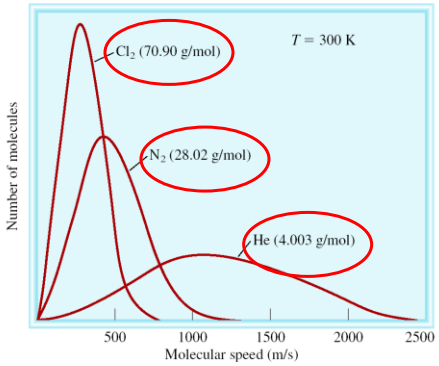
توزیع سرعت های مولکولی



توزیع سرعت های مولکولی سه گاز متفاوت در دمای یکسان

توزیع سرعت های مولکولی گاز نیتروژن در سه دمای متفاوت

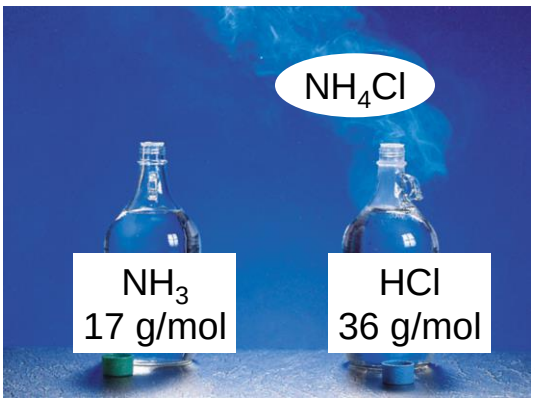
$$u_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{\mathcal{M}}}$$



مخلوط شدن تدریجی مولکول های یک گاز با مولکول های گاز دیگر به اتکای خواص جنبشی گازها را **نفوذ گاز** می نامند.

مسیر مولکولی

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{\mathcal{M}_2}{\mathcal{M}_1}}$$



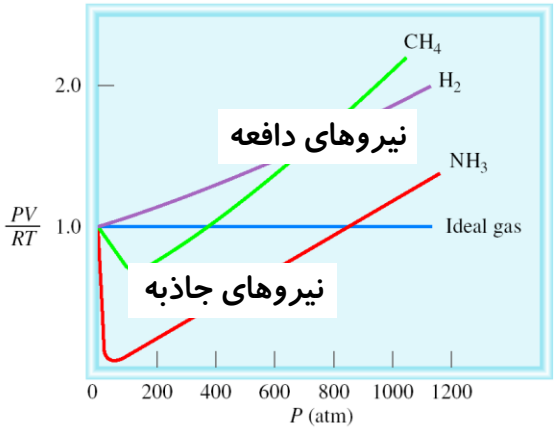
40

انحراف از رفتار ایده آل

1 mole of ideal gas

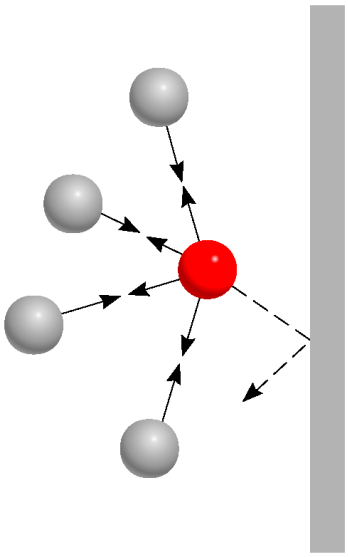
$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = 1.0$$



41

اثر نیروهای بین مولکولی روی فشار اعمال شده به وسیله یک گاز



42

معادله واندروالس
گاز غیر ایده آل

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

فشار تصحیح شده — حجم تحصیح شده

TABLE 5.4
van der Waals Constants of Some Common Gases

Gas	a $\left(\frac{atm \cdot L^2}{mol^2}\right)$	b $\left(\frac{L}{mol}\right)$
He	0.034	0.0237
Ne	0.211	0.0171
Ar	1.34	0.0322
Kr	2.32	0.0398
Xe	4.19	0.0266
H_2	0.244	0.0266
N_2	1.39	0.0391
O_2	1.36	0.0318
Cl_2	6.49	0.0562
CO_2	3.59	0.0427
CH_4	2.25	0.0428
CCl_4	20.4	0.138
NH_3	4.17	0.0371
H_2O	5.46	0.0305

43

۳/۵۰ مول NH_3 در دمای ۴۷ درجه سانتیگراد، ۵/۲۰ لیتر را اشغال می کنند. فشار گاز (بر حسب اتمسفر) را با استفاده از (الف) معادله گاز ایده آل و (ب) معادله واندروالس حل کنید.

44