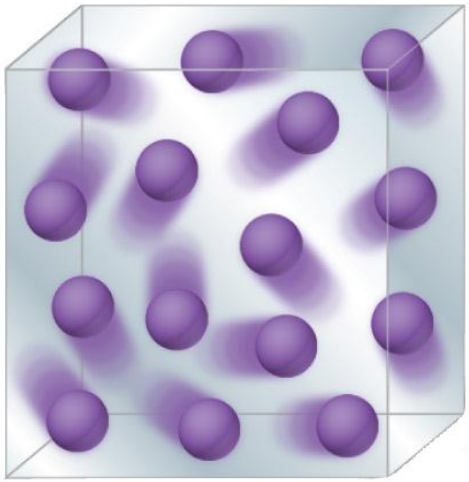
Gas dan Teori Kinetika Molekul

Mata Kuliah Kimia Dasar

Gas dan Teori Kinetika Molekul

- Keadaan fisik gas
- Tekanan gas dan pengukurannya
- Hukum-hukum gas dan percobaan dasar
- Gas Ideal dan aplikasinya
- Gas Ideal dan Stoikiometri gas
- Teori kinetika molekuler
- Deviasi dasi prilaku gas ideal

Gas, padat dan cair

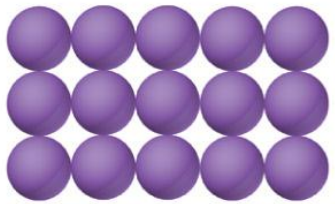


Pendinginan/
Tekanan turun

Pemanasan/
Tekanan naik

Pendinginan

Pemanasan



Gas

Sangat acak; densitas rendah; partikel bergerak sangat bebas dan jarak antar partikelnya berjarak jauh

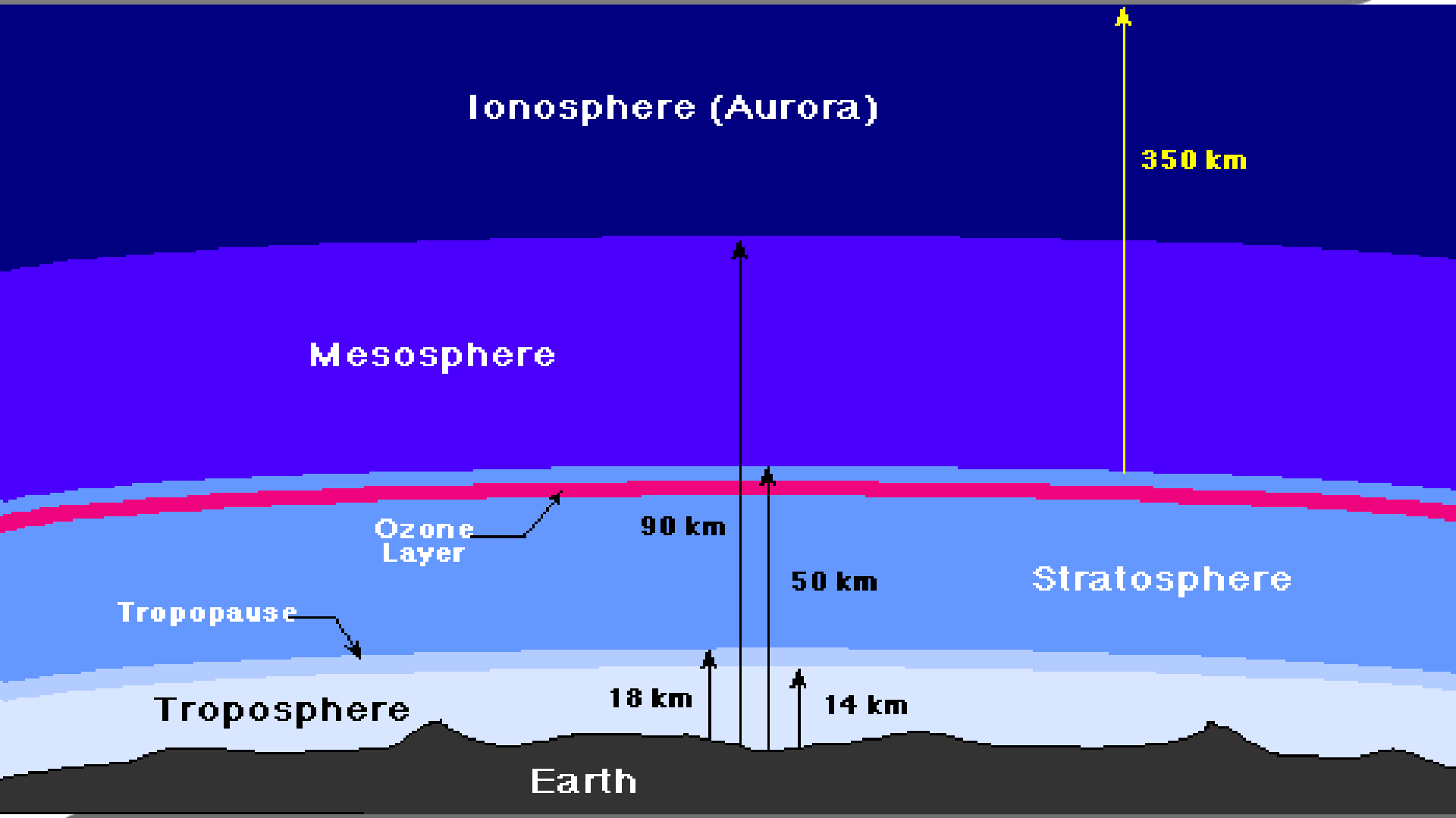
Cairan

Relatif acak; partikel bergerak bebas dan berdekatan dengan kerapatan yang lebih besar.

Padatan kristal

Tertata sangat rapi; partikel-partikelnya berada pada posisi yang fix; saling berdekatan.

Gas-gas di atmosfir bumi



Stratospheric Ozone

- ozone secara alami ada di stratosphere
- ozone melindungi permukaan bumi dari paparan sinar yang berlebihan dari matahari

$$O_3(g) + \text{UV light} \rightarrow O_2(g) + O(g)$$

- Reaksi kebalikannya juga cepat tetapi bukan menggunakan energi sinar UV

$$O_2(g) + O(g) \rightarrow O_3(g)$$

Penipisan lapisan Ozone

- chlorofluorocarbons menjadi popular sebagai aerosol propellants dan pendingin pada 1960-an
- CFCs melewati tropopause ke stratosphere
- CFCs dapat terdekomposisi dengan sinar UV, melepaskan atom Cl

$$CF_2Cl_2 + \text{Sinar-UV} \rightarrow CF_2Cl\bullet + Cl\bullet$$

- Atom Cl mengkatalisis dekomposisi O_3 dan atom O tebentuk sehingga O_3 berkurang
  - NO_2 juga mengkatalisis pemecahan O_3

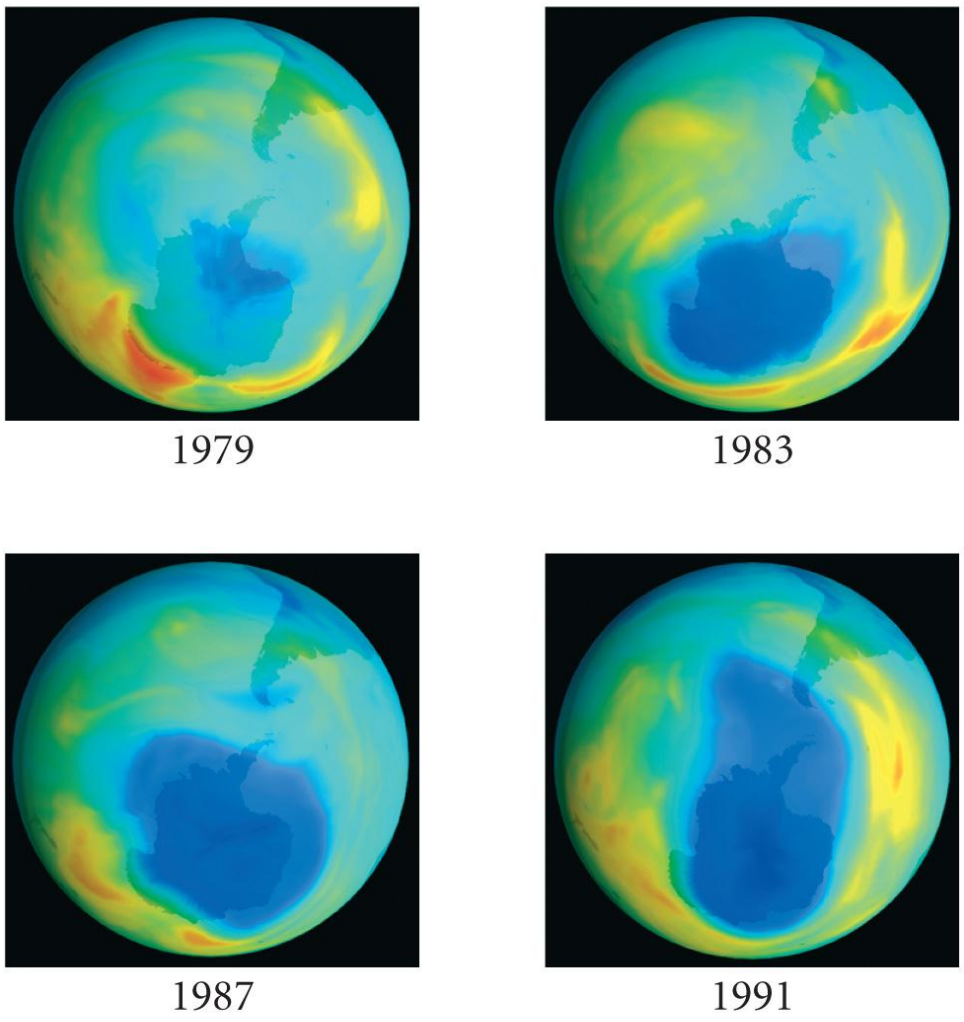
$$Cl\bullet + O_3 \rightarrow ClO\bullet + O_2$$

$$O_3 + \text{UV light} \rightarrow O_2 + O$$

$$ClO\bullet + O\bullet \rightarrow O_2 + Cl\bullet$$

Lubang Ozone

- Data satellite lebih dari 3dekade mengungkapkan berkurangnya konsentrasi ozone.

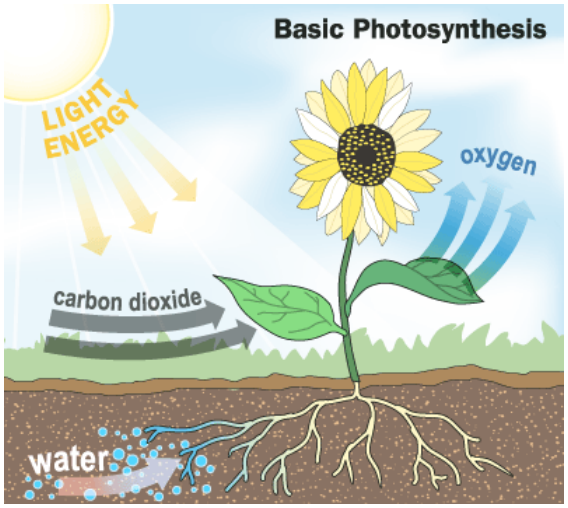


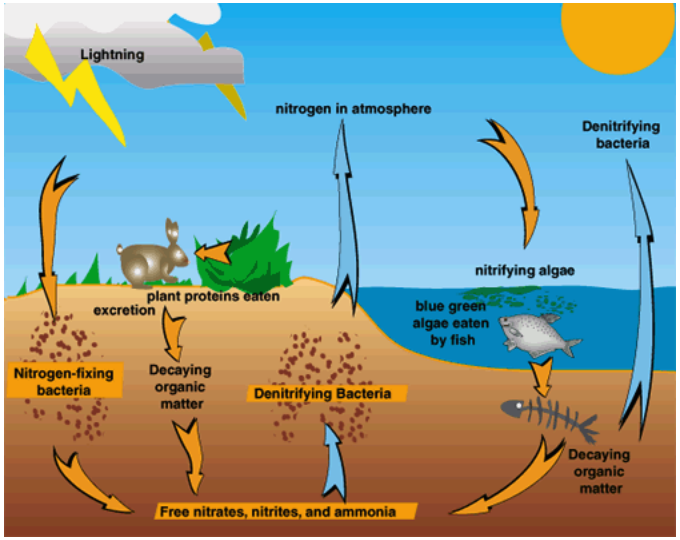
Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Komposisi udara di permukaan laut

Komponen	Symbol	Volume	
Nitrogen	N_2	78,084%	99.998%
Oxygen	O_2	20,947%	
Argon	Ar	0,934%	
Karbon Dioksida	CO_2	0,033%	
Neon	Ne	18,2 parts per million	
Helium	He	5,2 parts per million	
Krypton	Kr	1,1 parts per million	
Sulfur dioksida	SO_2	1,0 parts per million	
Methana	CH_4	2,0 parts per million	
Hydrogen	H_2	0,5 parts per million	
diNitrogen-Oksida	N_2O	0,5 parts per million	
Xenon	Xe	0,09 parts per million	
Ozone	O_3	0,07 parts per million	
Nitrogen dioksida	NO_2	0,02 parts per million	
Iodine	I_2	0,01 parts per million	

Gas dan Teori Kinetika Molekul





Nama (rumus kimia)	Sumber	Kegunaan
Methana (CH_4)	Sedimen alam	Bahan bakar
Ammonia (NH_3)	N_2+H_2	Pupuk dan peledak
Klorin (Cl_2)	Elektrolisis air laut	Pemutih , disenfektan
Oksigen (O_2)	Kondensasi udara	Produksi baja
Etilen (C_2H_4)	Dekomposisi gas alam	Plastik

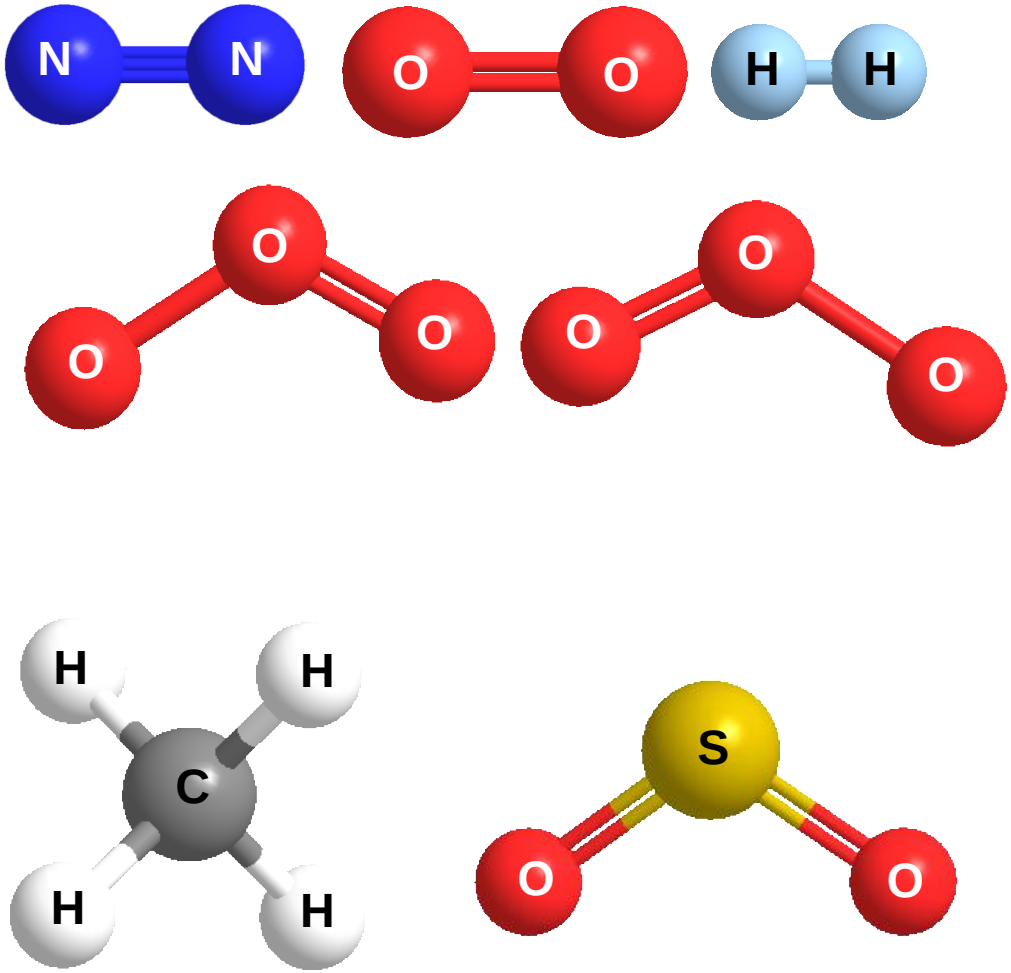
Karakteristik Gas

Karakteristik gas

- Volume gas dapat diubah secara signifikan dengan merubah gaya eksternal baik berupa tekanan maupun temperatur
- Tidak seperti halnya padatan, gas…
  - berekspansi untuk memenuhi wadah (are *fluids*)
  - akan bercampur secara merata dan sepenuhnya kepada saat yang sama kontainer. (gases *diffuse*)
- Tidak seperti cairan, gas…
  - mudah *dikompresi*;
  - memiliki densitas sangat rendah.

Karakteristik Gas

- Unsur-unsur yang berupa gas pada 25°C:
  - H_2, N_2, O_2, F_2 dan Cl_2
  - ozone (O_3)
  - Gas inert (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn)
- Beberapa senyawa yang berupa gas pada 25°C
  - HF, HCl, HBr, HI
  - CH_4, CO, CO_2
  - NH_3, NO, NO_2, N_2O
  - SO_2 , H_2S
  - HCN

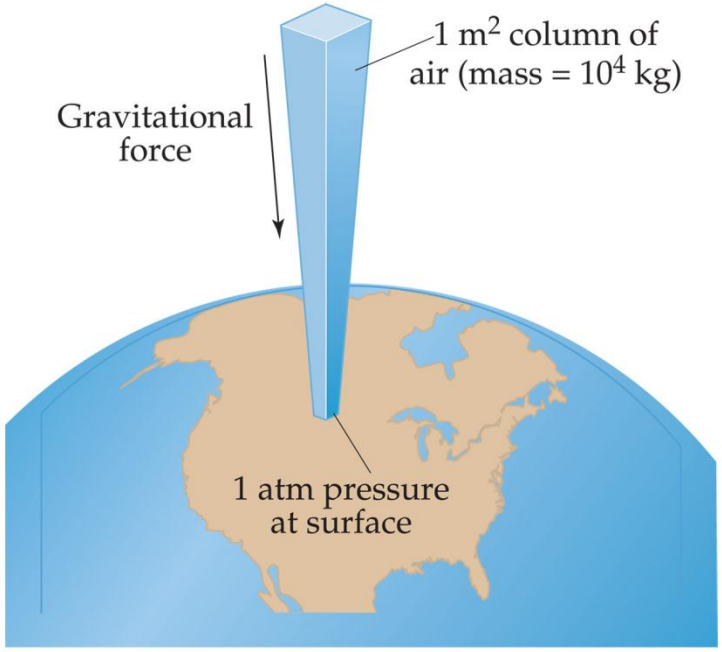


Tekanan

- Tekanan adalah besarnya gaya yang dikenai pada satuan luas permukaan.

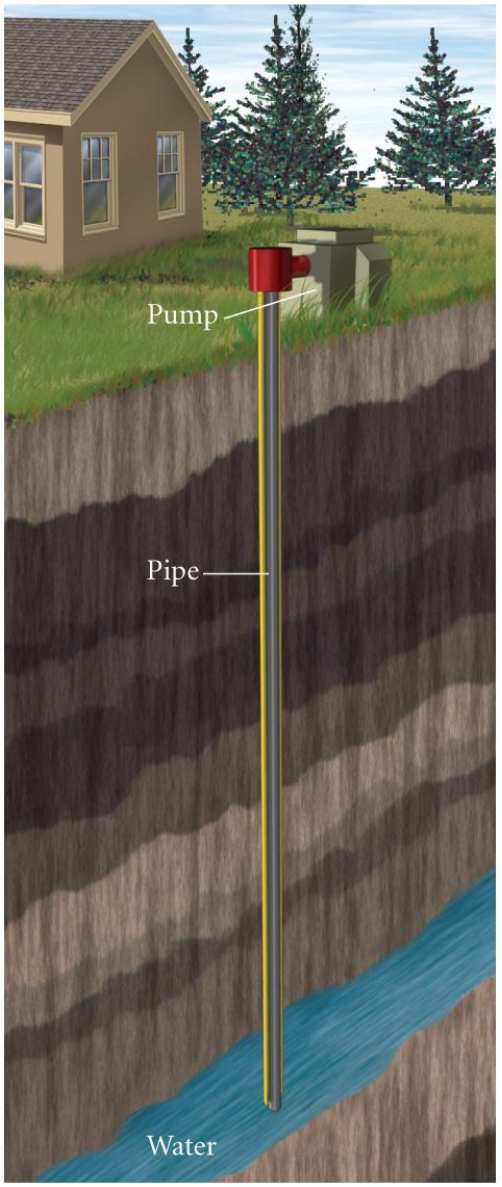
$$P = \frac{F}{A}$$

- Tekanan atmosfer adalah berat udara (massa X gravitasi) per satuan luas (area).



Tekanan Udara dan Pompa air Sumur

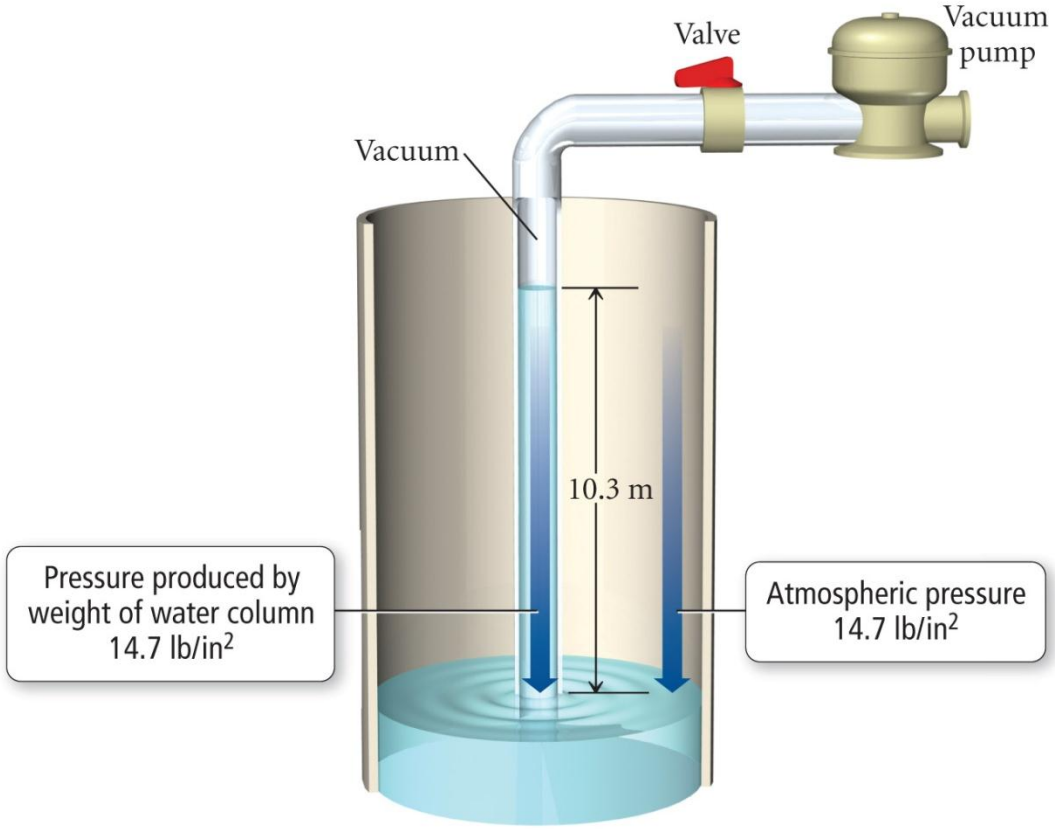
- Mayoritas Air RT disuplai dengan pompa air.
- Pompa menyedot udara dari pipa, mengurangi tekann udara pada pipa
- Tekanan udara luar kemudian menekan air keatas pipa
- Itnggi maksimum air meningkat sebanding dengan tekanan udara.



Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Tekanan Atmospheric

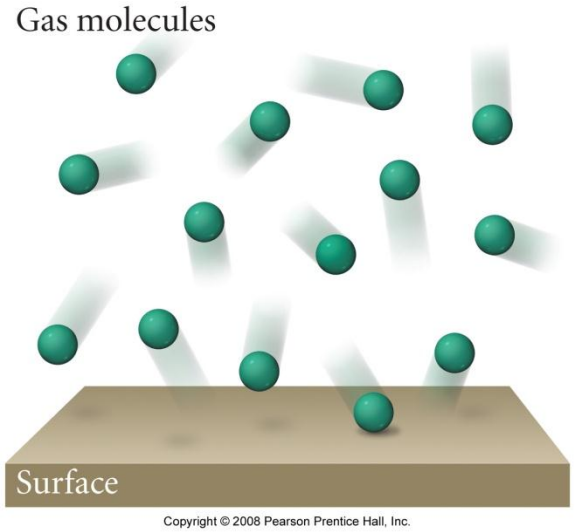
- Tekanan adalah gaya yang digunakan persatuan luas
- Rata-rata, udara menggunakan tekanan yang sama dengan tekanan ketika digunakan mengangkat air setinggi 10.3
  - 14.7 lbs./in^2



$$\text{Pressure} = \frac{\text{Force}}{\text{Area}}$$

Tekanan Gas

- Molekul gas secara konstan bergerak
- Ketika gas bergerak dan menumbuk permukaan, gas mendorong permukaan
  - push = force
- Jika kita bisa menghitung total gaya yang digunakan molekul gas untuk menumbuk seluruh permukaan, kita akan mengetahui **tekanan** gas yang digunakan
  - Tekanan = gaya persatuan luas



Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

Efek tekanan gas

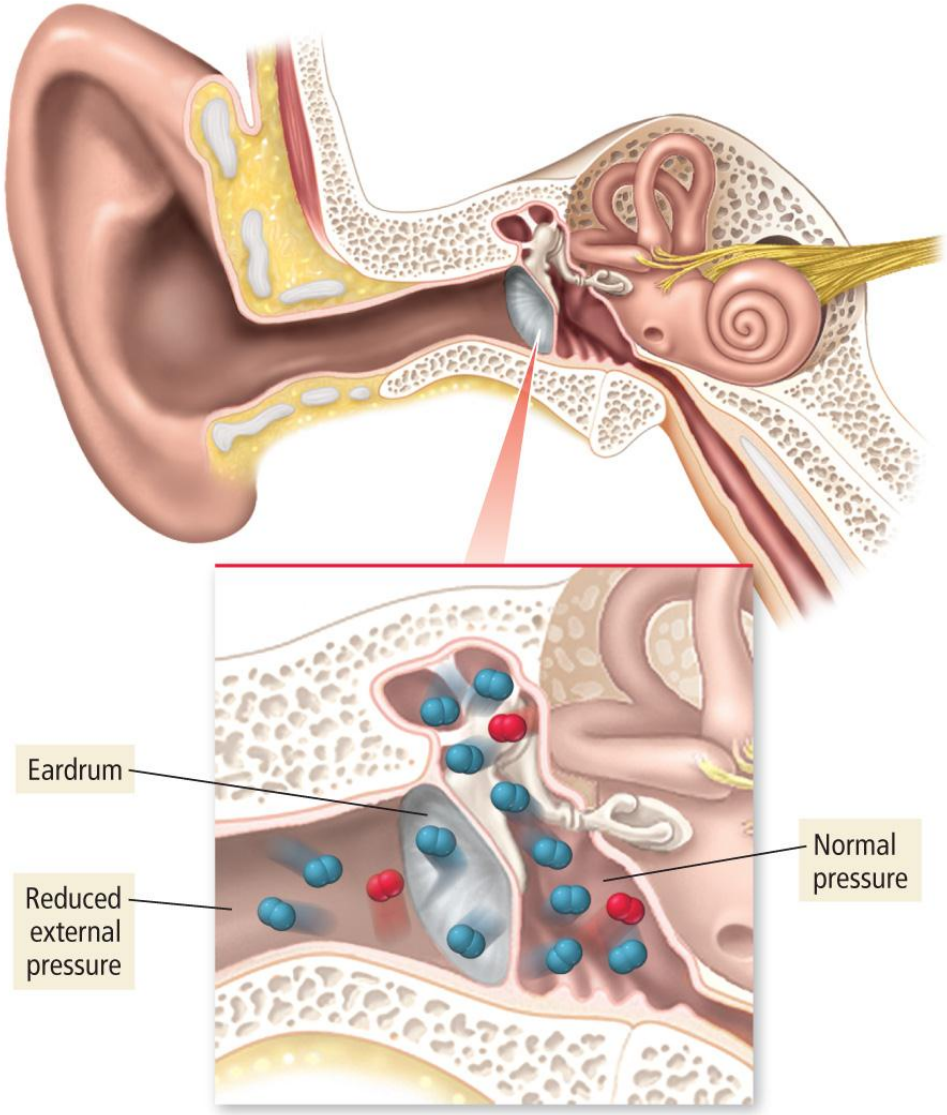
- Tekanan gas dapat menyebabkan efek yang mengagumkan
- Kapanpun ada perbedaan tekanan, gas mengalir dari tekanan tinggi ke tekanan rendah
  - Semakin besar perbedaaan tekanan, semakin kuat aliran gas

Efek tekanan gas

- Menghasilkan pola cuaca dan angin
- Semakin tinggi anda mendaki atmosfir, semakin rendah tekanan
  - Pada permukaan tekanan atmosfir 1 atm (14.7 psi) tetapi pada 3300 m hanya 0,68 (10.0 psi)
- Perubahan cepat dari tekanan udara menyebabkan kuping mjd tersumbat “pop” karena ketidak seimbangan pada gendang telinga

Pressure Imbalance in Ear

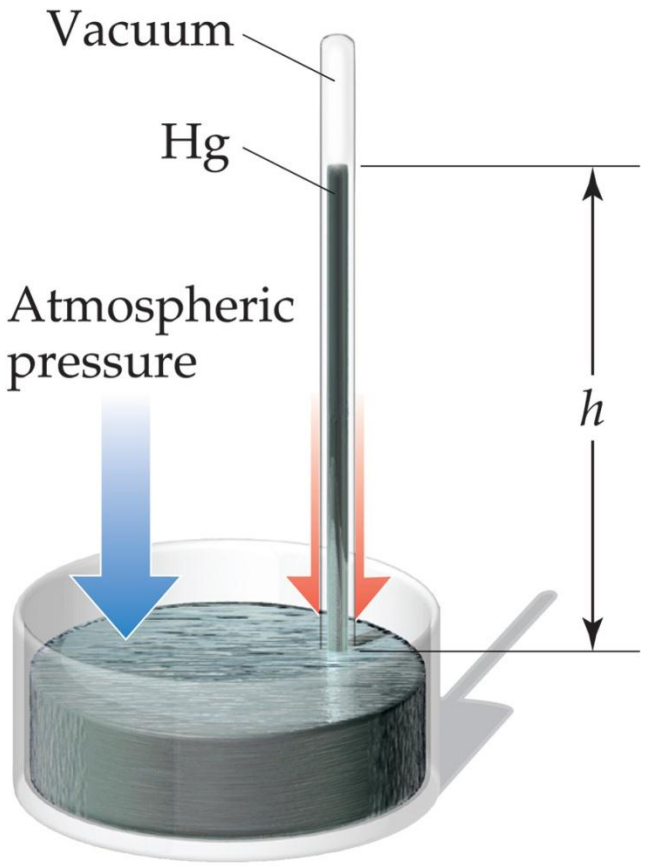
Jika ada perbedaan tekana pada membran gendang telinga, membran akan mendorong keluar yang sering disebut "popped eardrum."



Copyright © 2008 Pearson Prentice Hall, Inc.

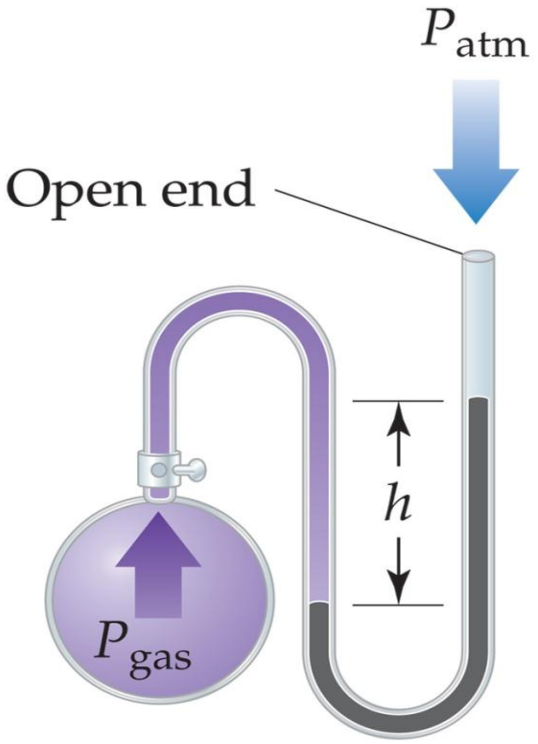
Satuan Tekanan

- Pascal, 1 Pa = 1 N/m^2
- Bar, 1 bar = 10^5 Pa = 100 kPa
- Atmosfir, 1 atm = 101.325 kPa = 1.01325 bar
- "millimeter of mercury" mmHg *or* torr
  - 1 mmHg = 1 torr
  - 760 mmHg = 1 atm Bar
  - 1 bar = 10^5 Pa = 100 kPa
  - Satuan ini adalah perbedaan tinggi yg diukur dlm mm (*h*) dari dua tabung merkuri yang saling dihubungkan.



Tekanan

- Alat ini digunakan untuk mengukur perbedaan tekanan antara tekanan atmosfir dan tekanan gas di dalam wadah.



$$P_{gas} = P_{atm} + P_h$$

Latihan soal

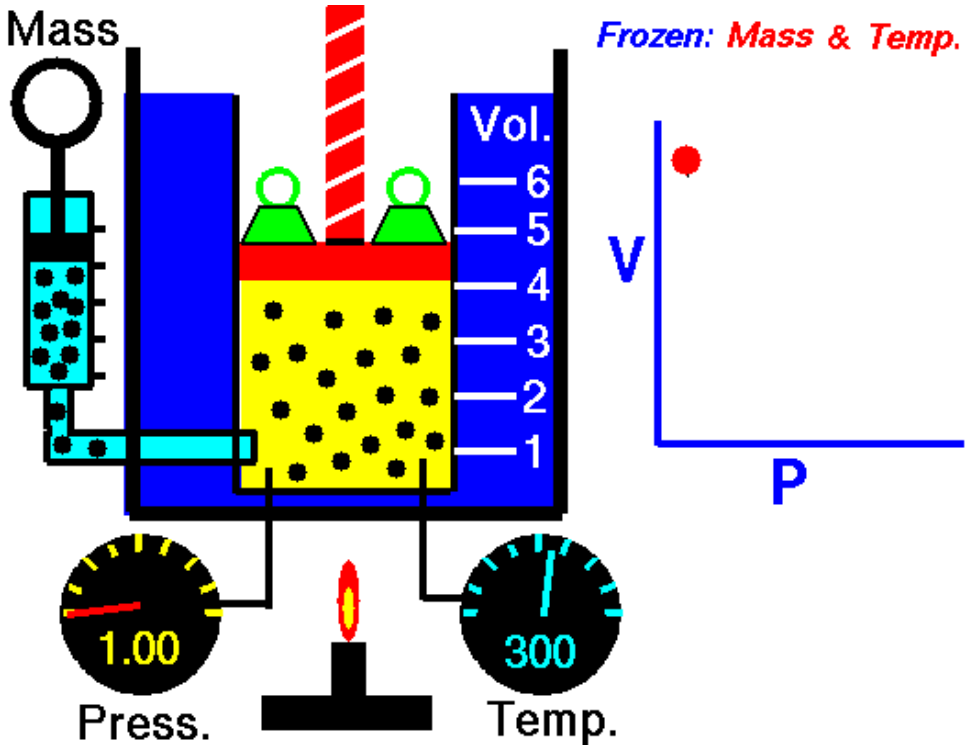
- Seorang geokimiawan memanaskan sampel batu kapur ($CaCO_3$) dan mengumpulkan gas CO_2 yang terbentuk dalam tabung manomenet yang tertutup ujungnya. Setelah sistem mencapai suhu kamar ketinggian manometer adalah 291,4 mmHg. Hitunglah tekanan CO_2 dalam torr, atmosphere dan kilopaskal.

Hukum-hukum gas

- Terdapat empat variabel yang dibutuhkan untuk menjelaskan gas:
  - Jumlah Gas: moles (n)
  - Volume Gas: volume (V)
  - Tekanan gas: tekanan (P)
  - Temperature gas: temperatur (T)
- Hukum Gas ditentukan dengan menetapkan dua variabel dan merubah dua variabel lainnya .

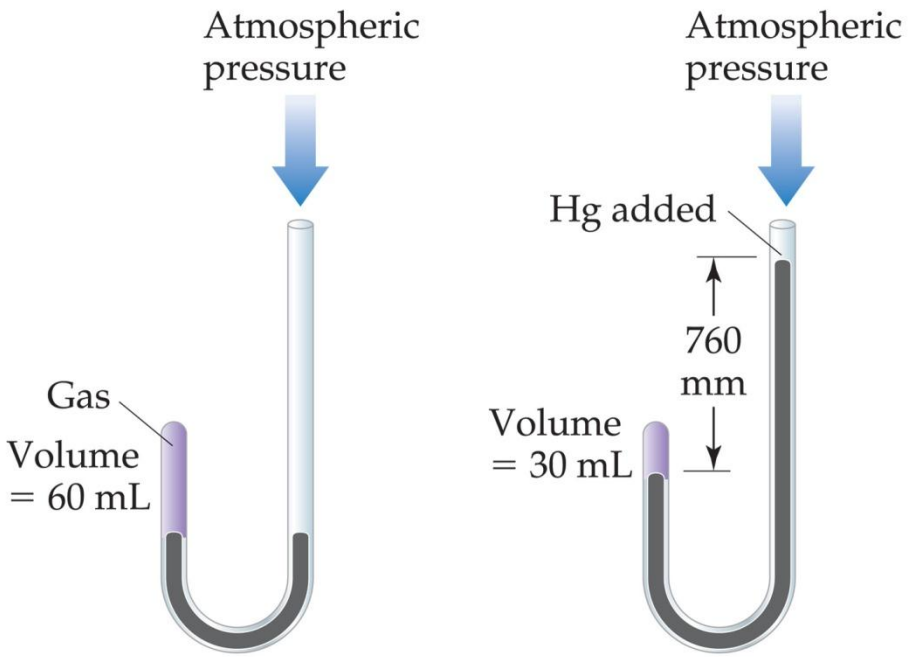
Hukum Boyle

- Volume dari sejumlah tertentu gas pada temperatur konstan adalah berbanding terbalik terhadap tekanan.



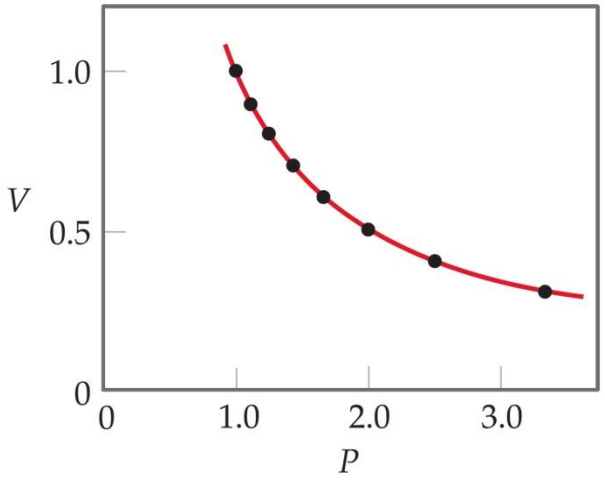
Latihan soal

- Pada percobaan Boyle diamati pada tabung J ada udara yang terjebak dengan volume 24,8 cm3 pada 1,12 atm. Kemudian ditambahkan merkuri pada sisi kanan tabung J sehingga tekanan menjadi 2,64 atm. Dengan asumsi temperatur tetap, berapakah volume udara yang baru dalam L?



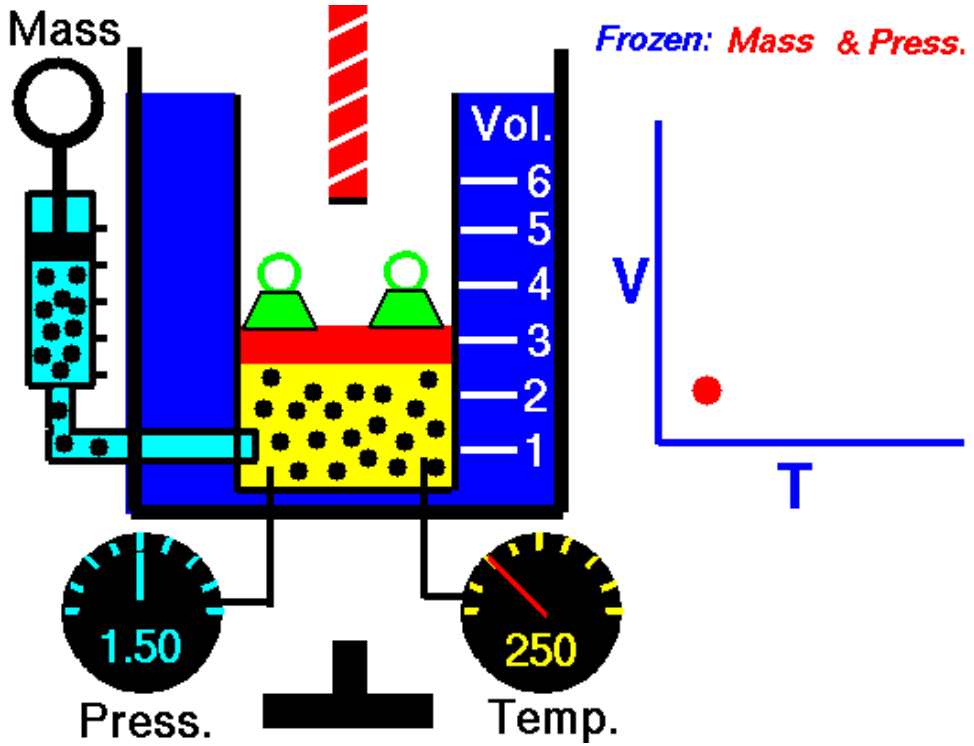
Hukum Boyle

- Bila *P* dan *V* berbanding terbalik
- Kurva *V* terhadap *P*.
- Oleh karena
  - $V = k\,(1/P)$
  - plot *V* terhadap 1/*P* berupa garis lurus.



Hukum Charles

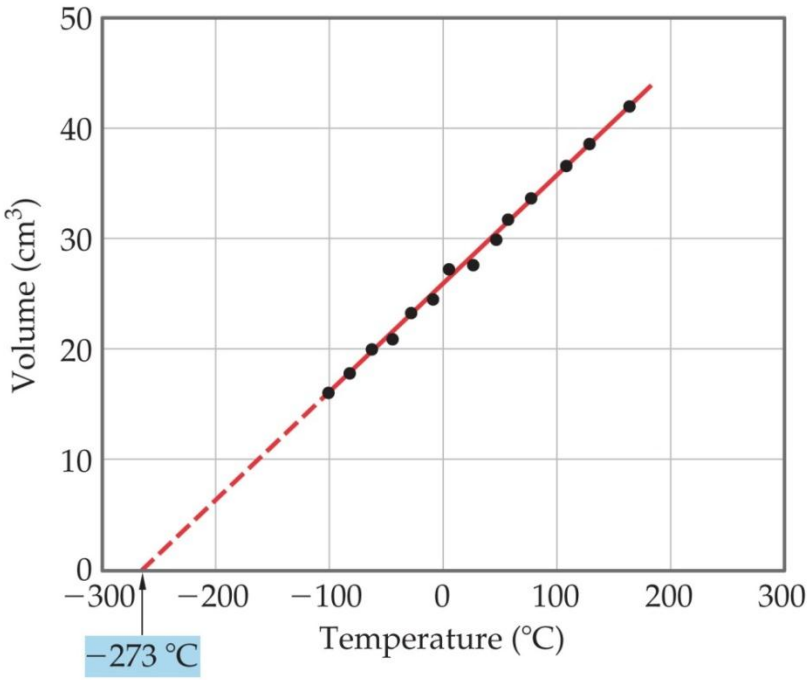
- Volume dari sejumlah gas tertentu pada tekanan konstan adalah berbanding langsung terhadap temperatur absolutnya..



Hukum Charles

- Volume dari sejumlah gas tertentu pada tekanan konstan adalah berbanding langsung terhadap temperatur absolutnya..

$$\frac{V}{T} = k$$



Plot *V* terhadap *T* berupa garis lurus

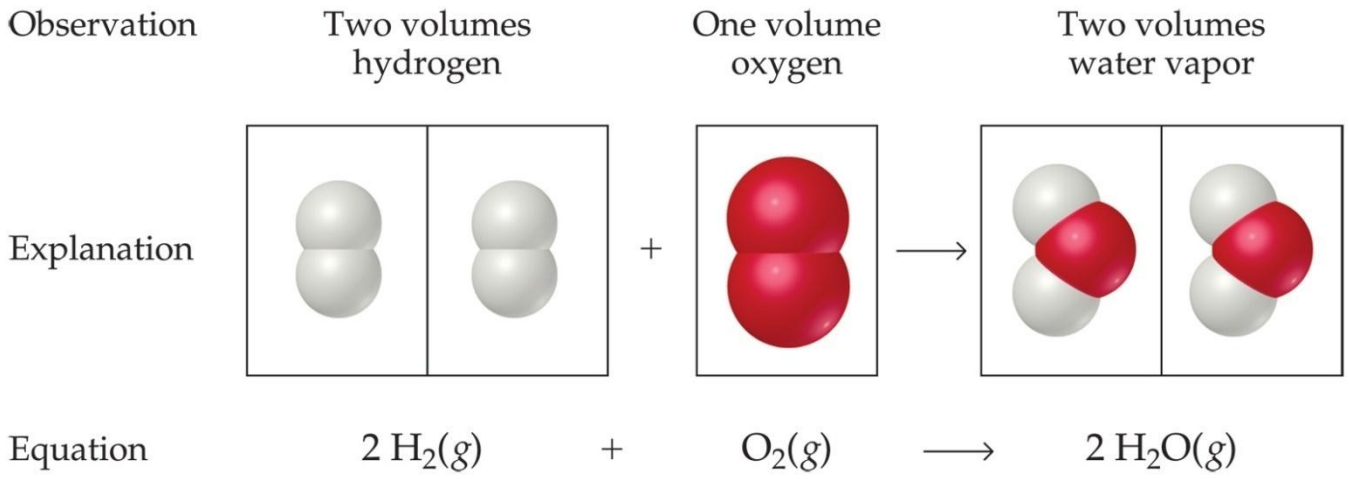
Latihan soal

- Tangki baja yang digunakan untuk pengantaran bahan bakar dilengkapi dengan safety valve yang akan terbuka jika tekanan lebih dari $1{,}00 \times 10^3$ torr. Kemudian tangki tersebut diisi dengan gas methana pada suhu 23 °C pada tekanan 0,991 atm dan ditempatkan pada ruang dengan temperatur 100 °C. akankah safety valve terbuka?
- P1/T1 = P2/T2

Hukum Avogadro

Volume suatu gas pada temperatur dan tekanan konstan berbanding langsung terhadap jumlah mole gas.

$$V = kn$$



Persamaan Gas Ideal

- Kombinasi persamaan:

  $V \propto 1/P$ (Hukum Boyle)

  $V \propto T$ (Hukum Charles)

  $V \propto n$ (Hukum Avogadro)

- Mengkombinasikannya kita dapat

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

Persamaan Gas Ideal

Hubungan antara

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

Kemudian menjadi:

$$V = R\,\frac{nT}{P} \qquad \text{atau } PV = nRT$$

Persamaan Gas Ideal

Konstanta kesebandingan dikenal sebagai R, konstan gas.

Units	Numerical Value
L-atm/mol-K	0.08206
J/mol-K*	8.314
cal/mol-K	1.987
m^3-Pa/mol-K*	8.314
L-torr/mol-K	62.36

*SI unit.

Kerapatan gas

Dari persamaan gas-ideal :

$$PV = n\,RT$$

$$\frac{n}{V} = \frac{P}{RT}$$

Kerapatan gas

mol $\times$ massa molekular = mass

$$n \times M = m$$

$$\frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$$

Kerapatan gas

- Massa / volume = densitas
- Maka, $$d = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$$

- ***Catatan:***

  Dengan mengetahui massa molekul, tekanan dan temperatur , maka dapat dihitung kerapatan (densitas)

Latihan soal

- Pada soal pertama, berapa mol CO2 yang terbentuk, jika dikumpulkan dalam labu 250 mL?
- Tangki baja memiliki volume 438 L terisi dengan 0,855 kg O2. hitunglah tekanan oksigen pada suhu 21 °C

Hukum Dalton pada tekanan parsial

- Tekanan total pada campuran gas sama dengan jumlah tekanan masing2nya jika pada keadaan murninya.

- Dengan kata lain,

$$P_{total} = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots$$

Hukum Dalton pada tekanan parsial

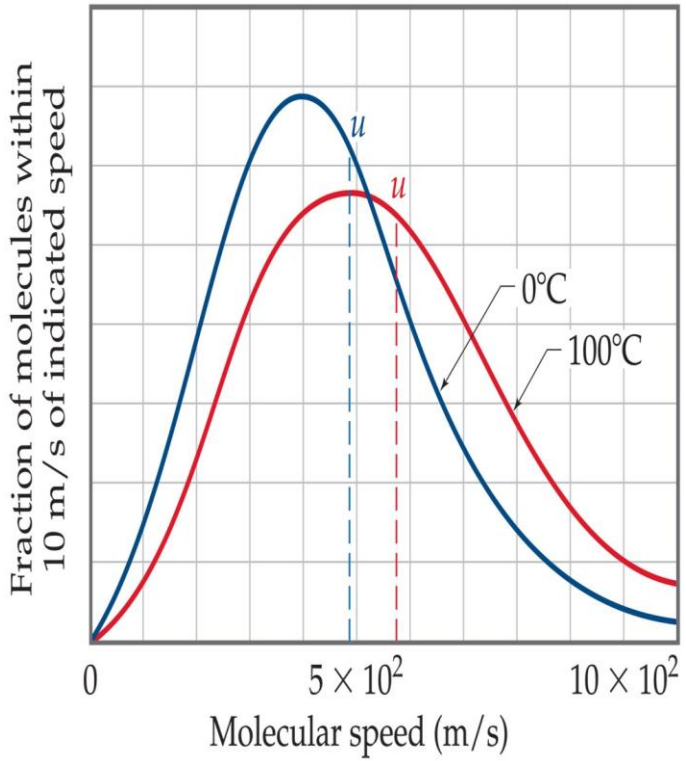
- Acetilen adalah bahan bakar penting dalam pengelasan, yang diproduksi di lab melalui reaksi kalsium karbit dengan air.

  $CaC_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow C_2H_2(g) + Ca(OH)_2(aq)$

  acetilen yang tebentuk diatas air tsb dikumpulkan dengan total tekanan adalah 738 torr dengan volume 523 mL. pada suhu gas tersebut (23°C), tekanan uap air adalah 21 torr. Berapa gram acetilen yang terbentuk?

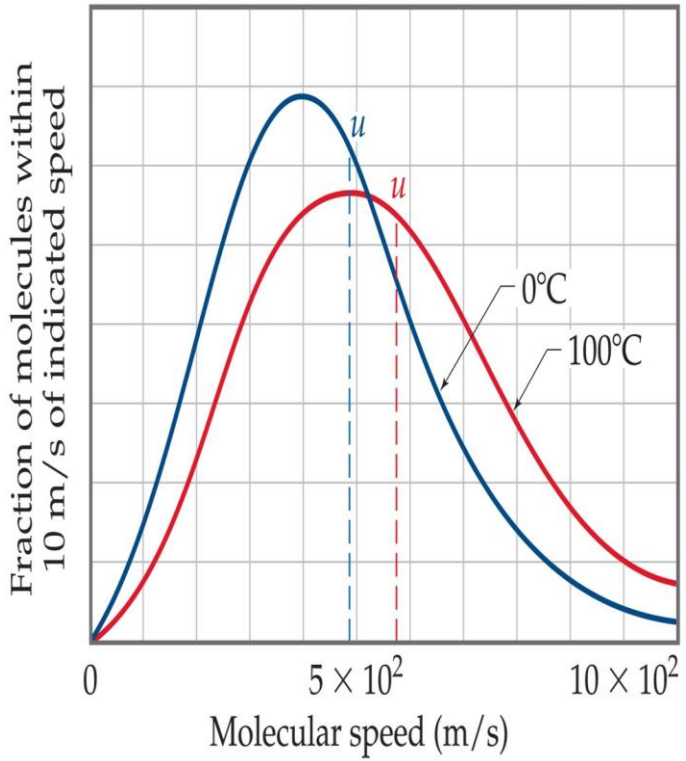
Teori Kinetika Molekul

- Gas terdiri dari sejumlah besar molekul yang bergerak secara kontinyu dan acak (random).
- Gaya tolakan dan tarik menarik diantara molekul-molekul gas dapat diabaikan.
- Volume total dari semua molekul gas relatif diabaikan terhadap volume total dimana gas tersebut menempati.



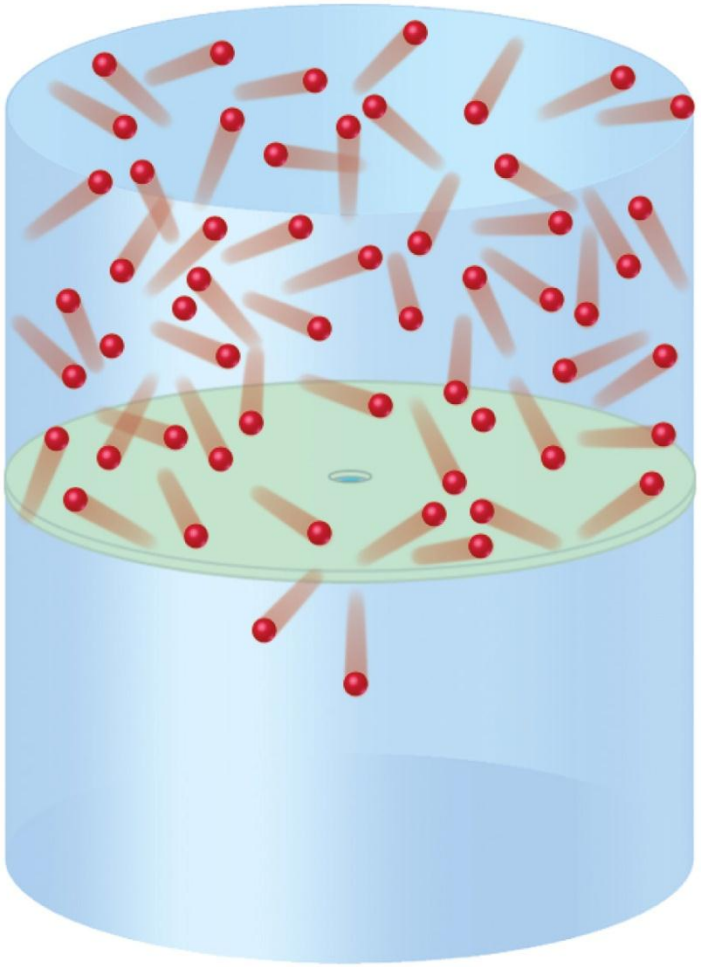
Teori Kinetika Molekul

- Energi dapat ditransfer dari molekul yang satu ke molekul lainnya saat bertumbukan, tetapi energi kinetik rata-rata molekul tidak berubah, selama temperatur gas tetap konstan.
- Energi kinetik rata-rata suatu molekul adalah sebanding dengan temperatur absolut
  - Pada T rendah
  - Pada T sedang
  - Pada T tinggi

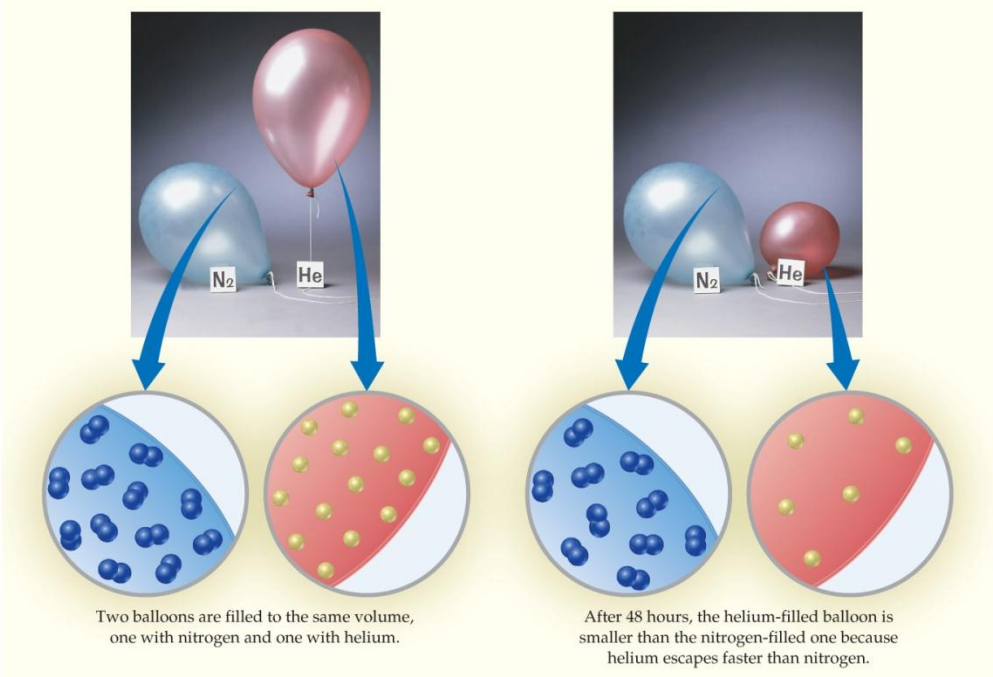


Efusi

Efusi adalah lolosnya molekul gas melalui celah sempit.



Efusi



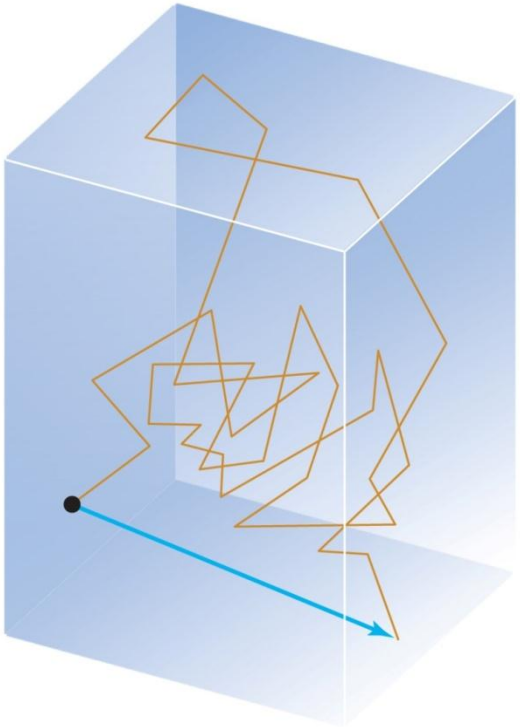
Two balloons are filled to the same volume, one with nitrogen and one with helium.

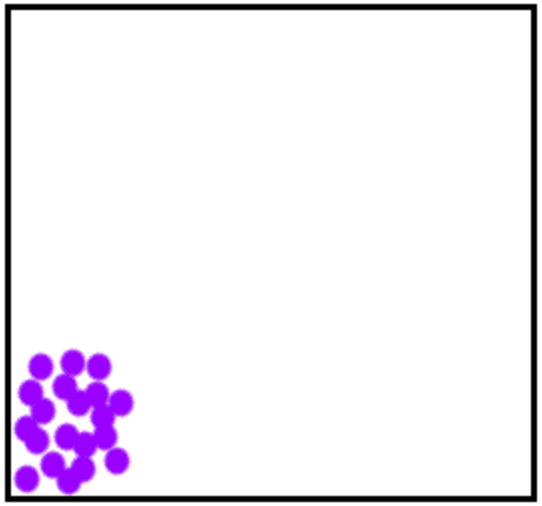
After 48 hours, the helium-filled balloon is smaller than the nitrogen-filled one because helium escapes faster than nitrogen.

Adanya perbedaan kecepatan efusi antara helium dan nitrogen, dapat menerangkan bahwa balon helium akan lebih cepat kempes.

Difusi

Difusi adalah membaurnya salah satu zat keseluruh ruang atau keseluruh zat kedua.





Hukum Graham

$$KE_1 = KE_2$$

$$1/2\ m_1 v_1^2 = 1/2\ m_2 v_2^2$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2^2}{v_1^2}$$

$$\sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \frac{v_2}{v_1}$$

Hukum Graham

$$\frac{kec.efusi\ A}{kec.efusi\ B} = \frac{(v_{rms})_A}{(v_{rms})_B} = \sqrt{\frac{3RT/M_A}{3RT/M_B}} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

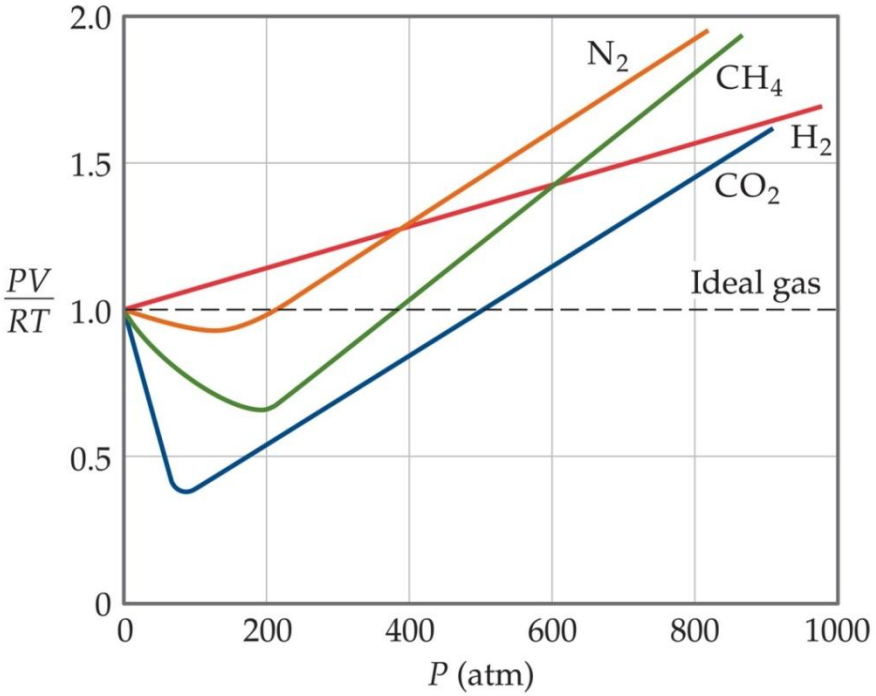
Perbandingan dapat digunakan:
- Tingkat cairan (seperti di atas)
- Kecepatan Molekul
- Waktu Efusi
- Jarak perjalanan oleh molekul
- Jumlah gas yang terefusi.

Latihan soal

- Campuran gas Helium dan metan ditempatkan pada labu efusi. Hitunglah perbandingan kecepatan efusi He thdp gas metana?

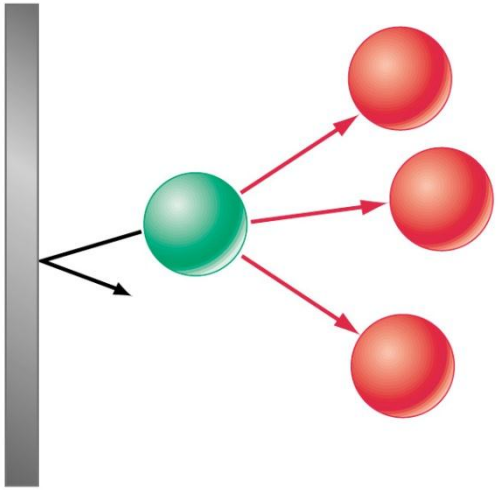
Gas Nyata

Dalam kenyataanya, sifat-sifat gas mengikuti persamaan gas-ideal hanya pada temperatur relatif tinggi dan tekanan rendah.

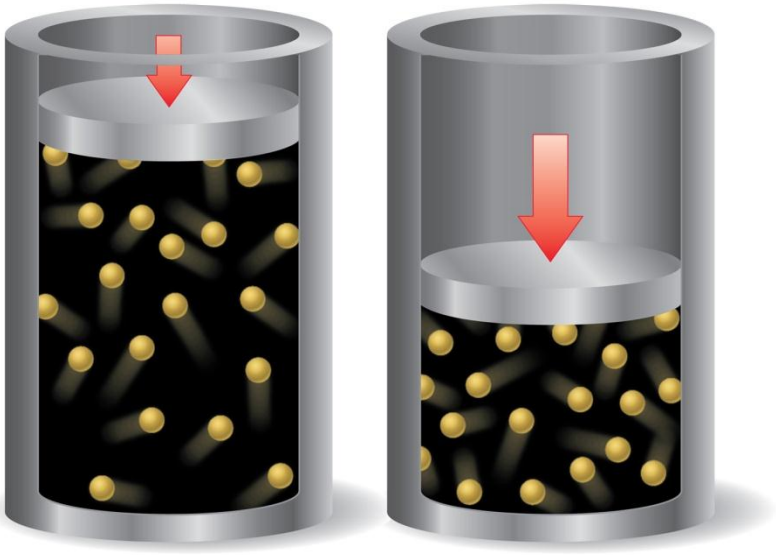


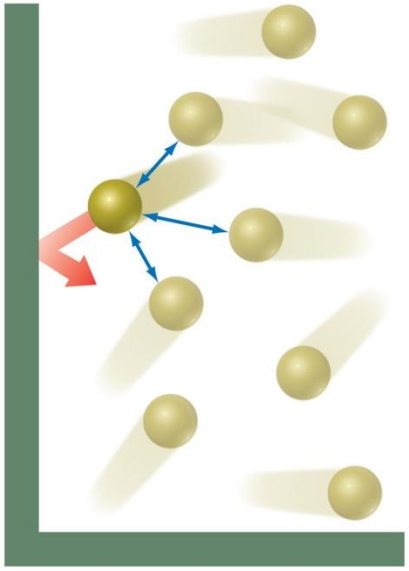
Gas Nyata

- Dpt faktor PV / nRT = 1
  Penyimpangan yang terjadi untuk gas Ideal.
  PV / nRT> 1 – volume molekul yang signifikan.
  PV / nRT <1 – kekuatan intermolekul dari atraksi



Penyimpangan dari sifat Ideal





Anggapan yang dibuat dalam teori kinetika-molekul (volume molekul gas diabaikan,antar molekul gas tak ada gaya tarik menarik, dll.) tak berlaku pada tekanan tinggi dan/ atau temperatur rendah.

Penyimpangan dari Gas Ideal

- Pada tekanan tinggi, jarak antar partikel dipaksa menjadi sangat berdekatan
- Pada temperatur rendah, partikelnya sangat lembam
- Pada kedua kondisi di atas, gaya yang bekerja antar partikel menjadi tak dapat diabaikan,dan gas menjadi tak ideal

Gas Tidak Ideal

- Persamaan gas ideal dapat disesuaikan dengan mengambil penyimpangan dari sifat ideal kedalam perhitungan.
- Persamaan gas-ideal yang terkoreksi dikenal dengan persamaan Van der Waals.

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

Persamaan Van Der Waals

Substance	a (L^2-atm/mol^2)	b (L/mol)
He	0.0341	0.02370
Ne	0.211	0.0171
Ar	1.34	0.0322
Kr	2.32	0.0398
Xe	4.19	0.0510
H_2	0.244	0.0266
N_2	1.39	0.0391
O_2	1.36	0.0318
Cl_2	6.49	0.0562
H_2O	5.46	0.0305
CH_4	2.25	0.0428
CO_2	3.59	0.0427
CCl_4	20.4	0.1383