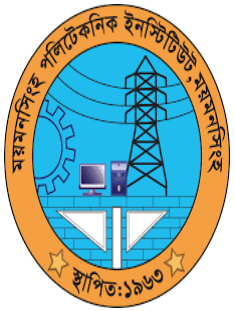


বিসমিল্লাহির রাহমানীর রাহীম

সবাইকে

স্বাগতম

শিক্ষক পরিচিতি

আমজাদ হুসাইন

এবং

আবু রায়হান

জুনিয়র ইন্সট্রাকটর (পাওয়ার)

ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনসটিটিউট

বিষয়

ইঞ্জিনিয়ারিং থার্মোডায়নামিক্স(২৭১৩১)

৪র্থ পর্ব মেকানিক্যাল

১ম ও ২য় শিফট

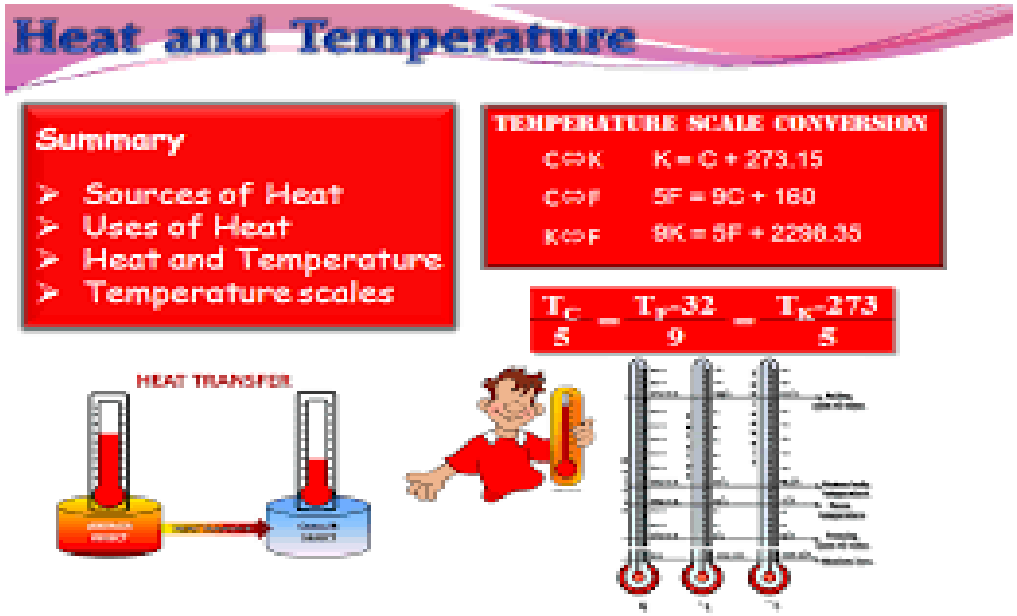
তাপ গতিবিদ্যার ধারনা

- বিজ্ঞানের যে শাখায় তাপ ও কাজের সম্পর্ক নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে তাপ গতিবিদ্যা বলে .
- এর প্রয়োগক্ষেত্র :
- ১.স্টিম পাওয়ার প্লান্ট
- ২.নিউক্লিয়ার পাওয়ার প্লান্ট
- ৩.কম্প্রেসর
- ৪.গ্যাস টারবাইন
- ৫.রেফ্রিজারেটর .
- ৬.এয়ারকন্ডিশনিং .

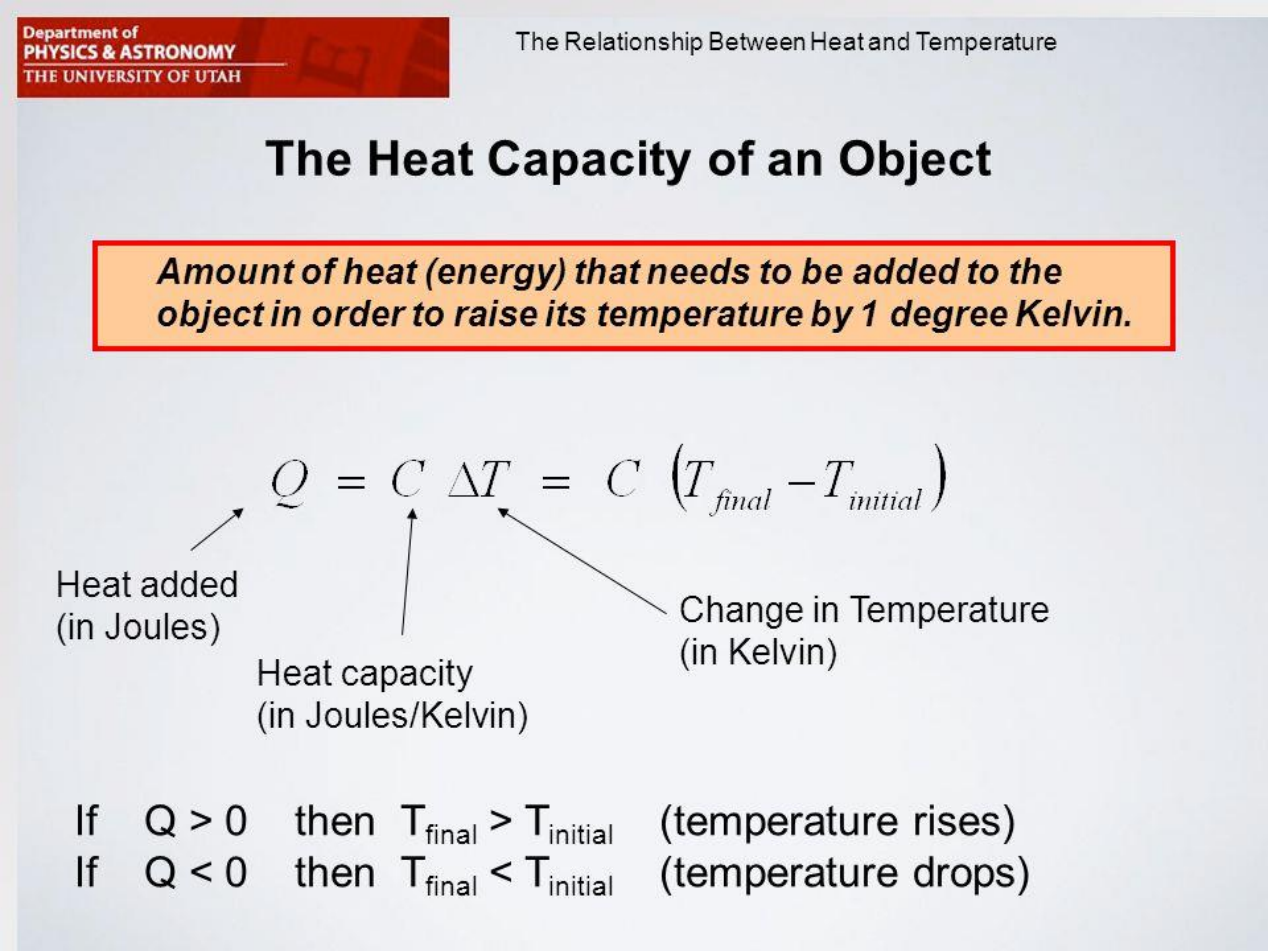
তাপ,তাপমাত্রা

- **তাপ:** তাপ এক প্রকার শক্তি,যা গরম বা ঠান্ডার অনুভূতি জাগায় .তাপের একক ক্যালরি .
- তাপ পরিমাপক যন্ত্রের নাম ক্যালরিমিটার .
- **তাপমাত্রা:**তাপমাত্রা হলো কোন বস্তুর তাপীয় অবস্থা,যা অন্য কোন বস্তুর তাপীয় সংস্পর্শে আসলে তাপ গ্রহন করে বা বর্জন করে . এর একক ডিগ্রি, সেলসিয়াস,ফারেনহাইট ,কেলভিন .
- তাপমাত্রা পরিমাপক যন্ত্রের নাম থার্মোমিটার .

তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক



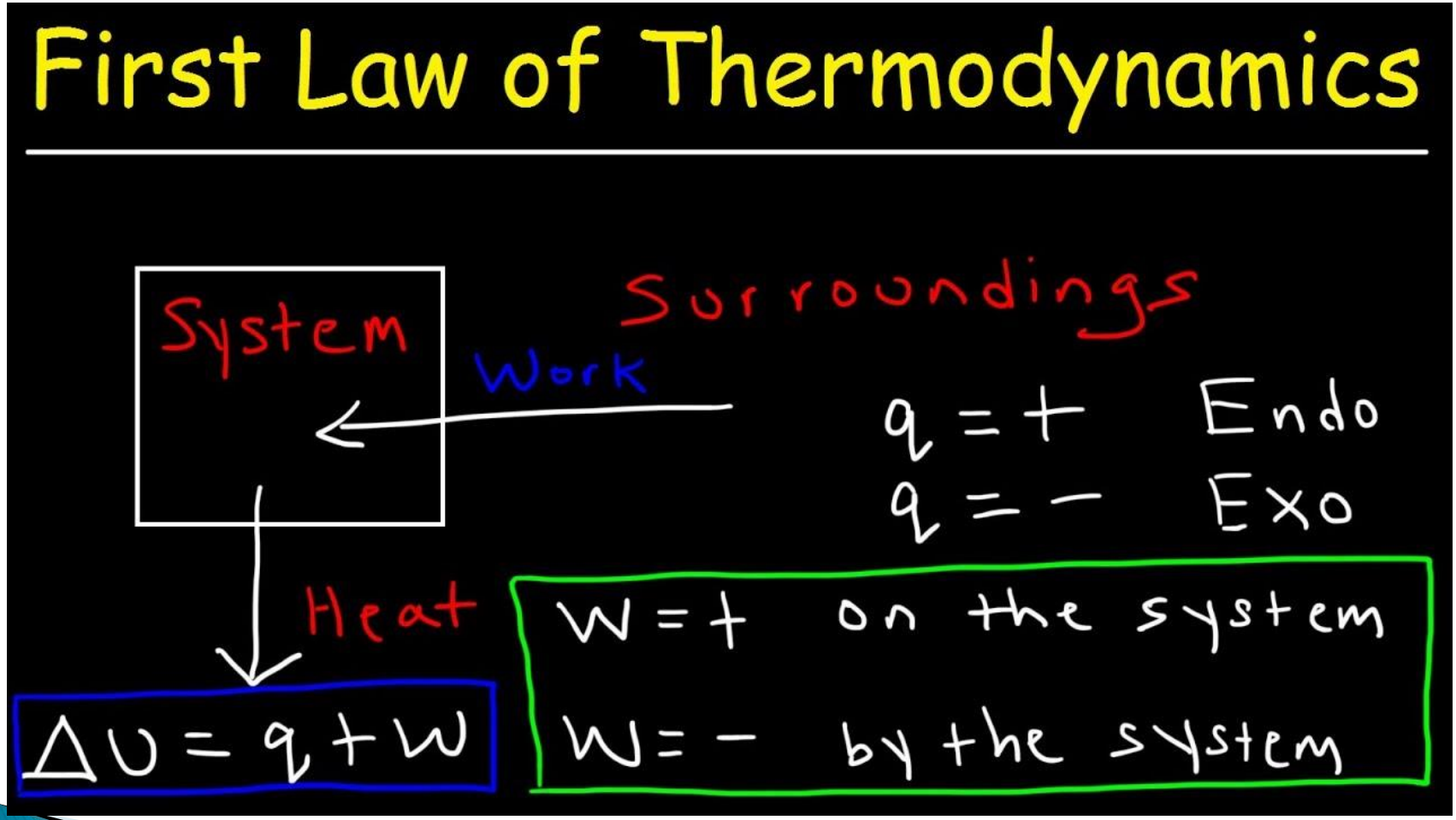
বস্তুর তাপধারন ক্ষমতা



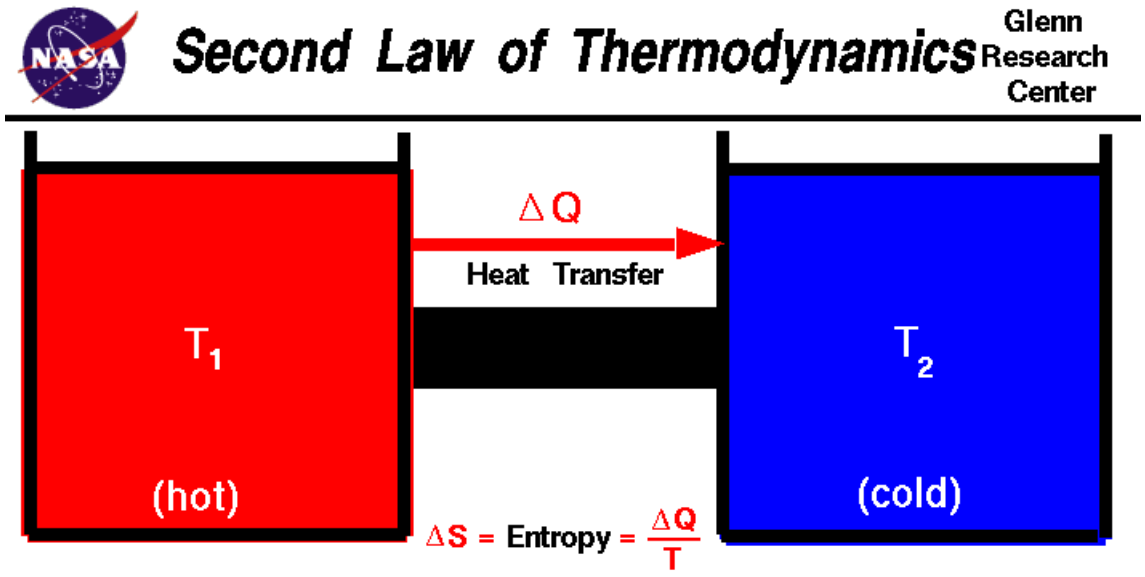
তাপগতিবিদ্যার সুত্রসমূহ

- **১ম সুত্র**: তাপ শক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে অথবা যান্ত্রিক শক্তি তাপ শক্তিতে রুপান্তর হলে রুপান্তরিত যান্ত্রিক শক্তি ও সৃষ্ট তাপশক্তি সমানুপাতিক .
- **২য় সুত্র:** বাহিরের কোনো কারক ব্যাতিরেকে শীতল বস্তু হতে গরম বস্তুতে তাপ স্তানান্তর সম্ভব নয় .
- **৩য় সুত্র:** পরম শুন্য তাপমাত্রায় সকল আদর্শ পদার্থের এন্ট্রপি শূন্য হয় .

তাপগতিবিদ্যার ১ম সুত্রের ব্যাখ্যা



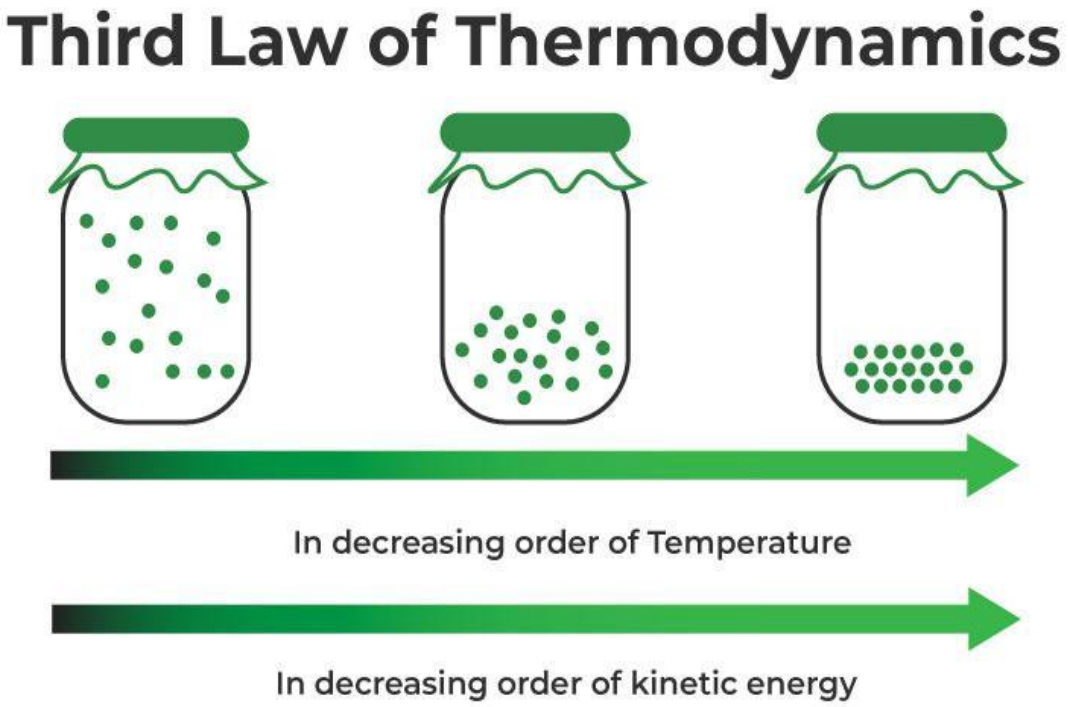
তাপগতিবিদ্যার ২য় সুত্রের ব্যাখ্যা



There exists a useful thermodynamic variable called entropy (S). A natural process that starts in one equilibrium state and ends in another will go in the direction that causes the entropy of the system plus the environment to increase for an irreversible process and to remain constant for a reversible process.

$S_f = S_i$ (reversible) $S_f > S_i$ (irreversible)

তাপগতিবিদ্যার ৩য় সুত্রের ব্যাখ্যা



১ম,২য়,৩য় এবং জিরোথ লও

	Thermal systems	Granular powders
The zeroth law	If $T_A = T_B, T_B = T_C$, then $T_A = T_C$	Same $T_{gp}^{A} = T_{gp}^{C}$
The first law	Conservation of energy, $\Delta E^{tot} = Q + W$, where Q is heat and W is work.	Same $\Delta E^{tot} = Q + W$
The second law	Entropy tends to increase, $\Delta S \geq 0$	Same $\Delta S \geq 0$
The third law	Absolute zero temperature is unattainable, $T \neq 0$	Same $T_{gp} \neq 0$

তাপগতীয় প্রক্রিয়া

- তাপগতীয় প্রক্রিয়া: যে পরিবর্তনের কারনে তাপগতীয় স্তানাংকের মান পরিবরর্তন হয় সে পরিবর্তনকে তাপগতীয় প্রক্রিয়া বলা হয় .

১.স্তির আয়তন প্রক্রিয়া

২.স্তির চাপ প্রক্রিয়া

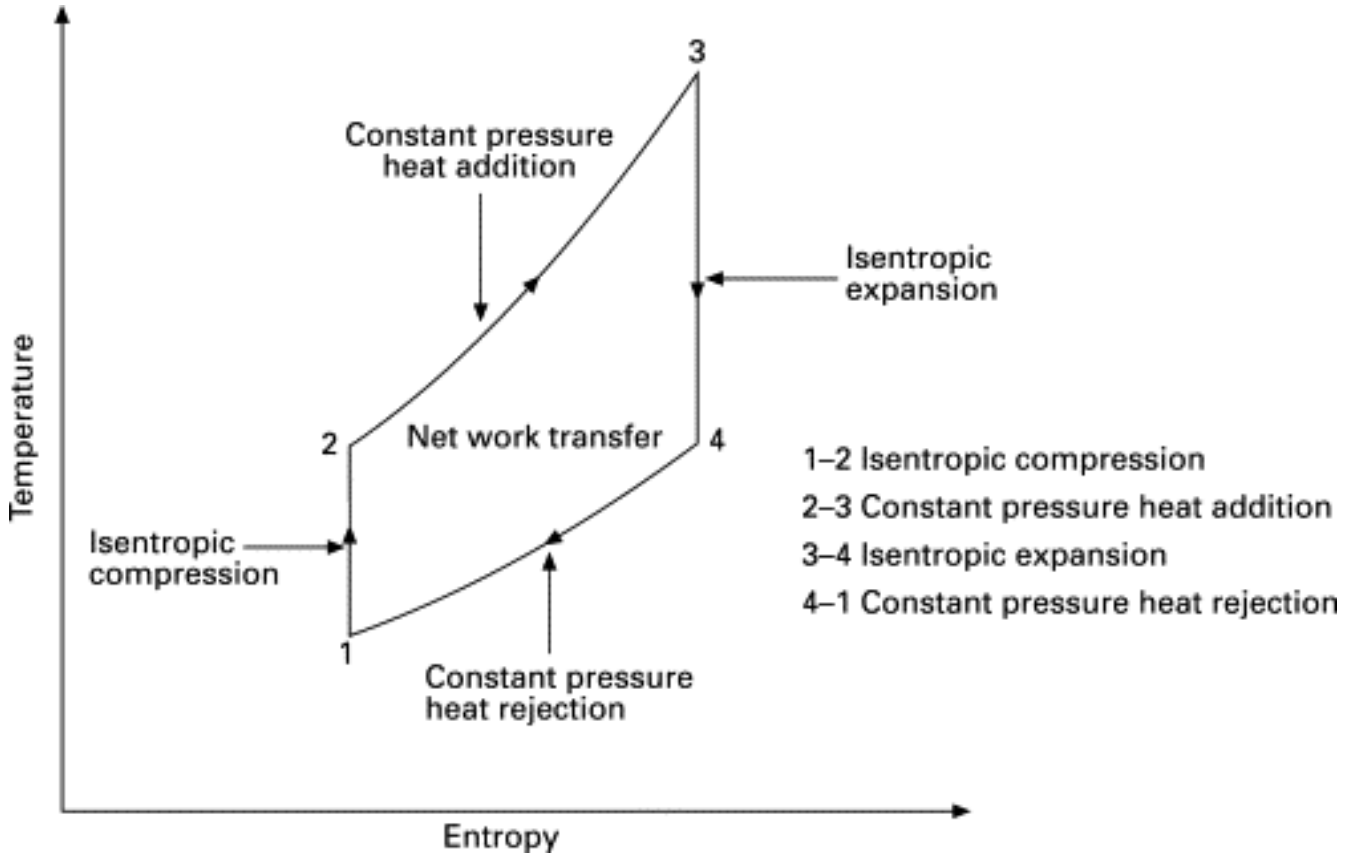
৩.অবিচল প্রবাহ প্রক্রিয়া

৪ .অনবিচল প্রবাহ প্রক্রিয়া

৫.প্রত্যাবর্তক প্রক্যিয়া

৬.অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া .

PV & TS Diagram



বিভিন্ন প্রকার প্রসেসের ব্যাখ্যা

Types of Thermodynamic Processes

Reversible: Can happen slowly in either direction.

Irreversible: Involves net increase in entropy (can't go backwards).

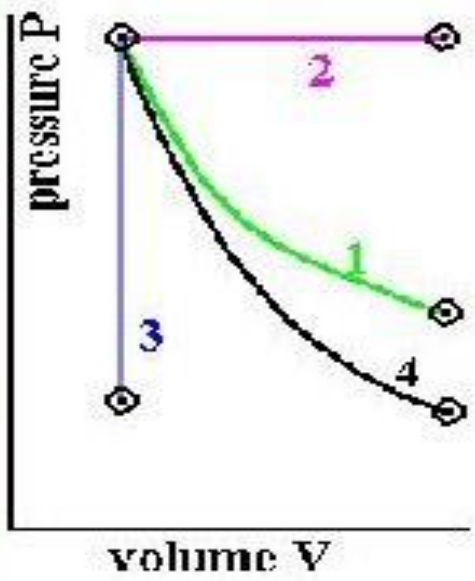
The types illustrated at right for a sample of ideal gas:

1 **Isothermal:** Constant temperature ($P = nRT/V = \text{constant}/V$)

2 **Isobaric:** Constant pressure P

3 **Isochoric:** Constant volume V

4 **Adiabatic:** No heat added (steeper dependence of P on V).



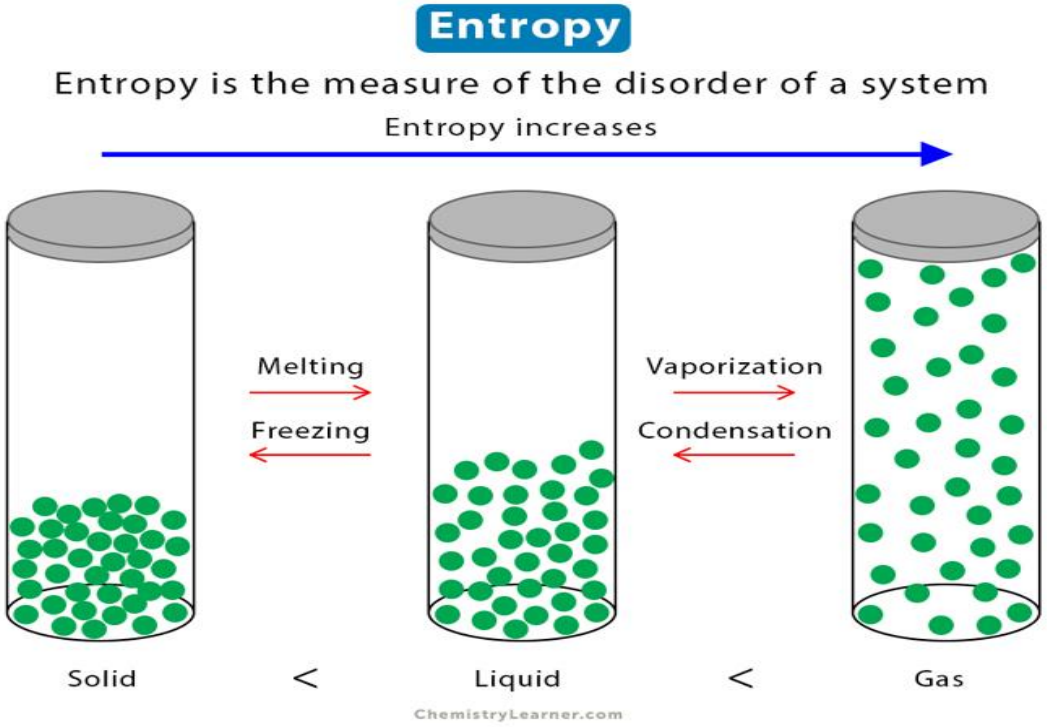
আদর্শ গ্যাসের এন্ট্রপি

কোন গ্যাসের এন্ট্রপি হল ,কোন ধরে নেওয়া শূন্য এন্ট্রপি হতে নির্ধারিত তাপগতীয় অবস্তা প্রাপ্ত হতে প্রতি ডিগ্রি পরম তাপমাত্রার জন্য স্তানান্তরিত তাপ শক্তির পরিমান .

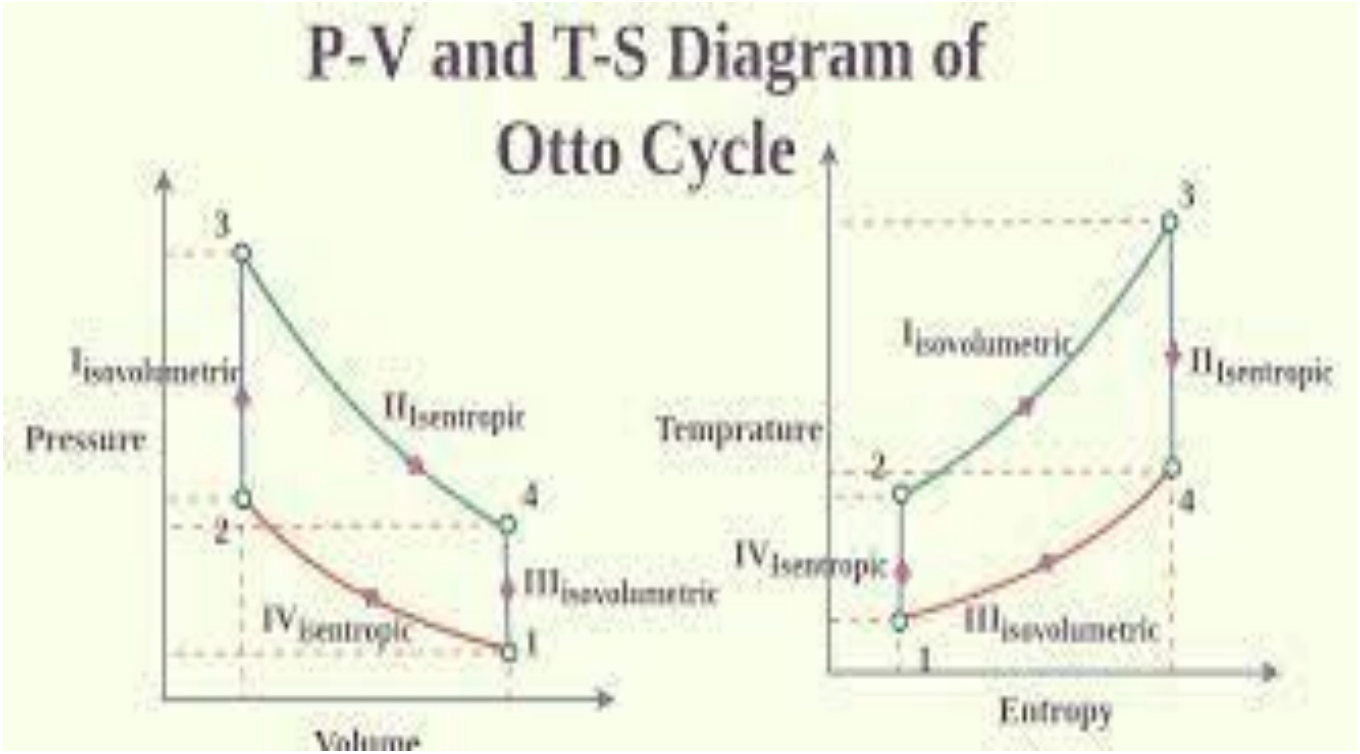
এক কথায় বলা হয়, এন্ট্রপি হল কোন সিস্টেমের বিসৃংখলার পরিমান .

অথবা কোন প্রবাহী কর্তৃক গৃহীক বা বর্জিত তাপকে তার পরম তাপমাত্রা দ্বারা ভাগ করলে যে রাশি পাওয়া যায় তাকে এন্ট্রপি বলে .

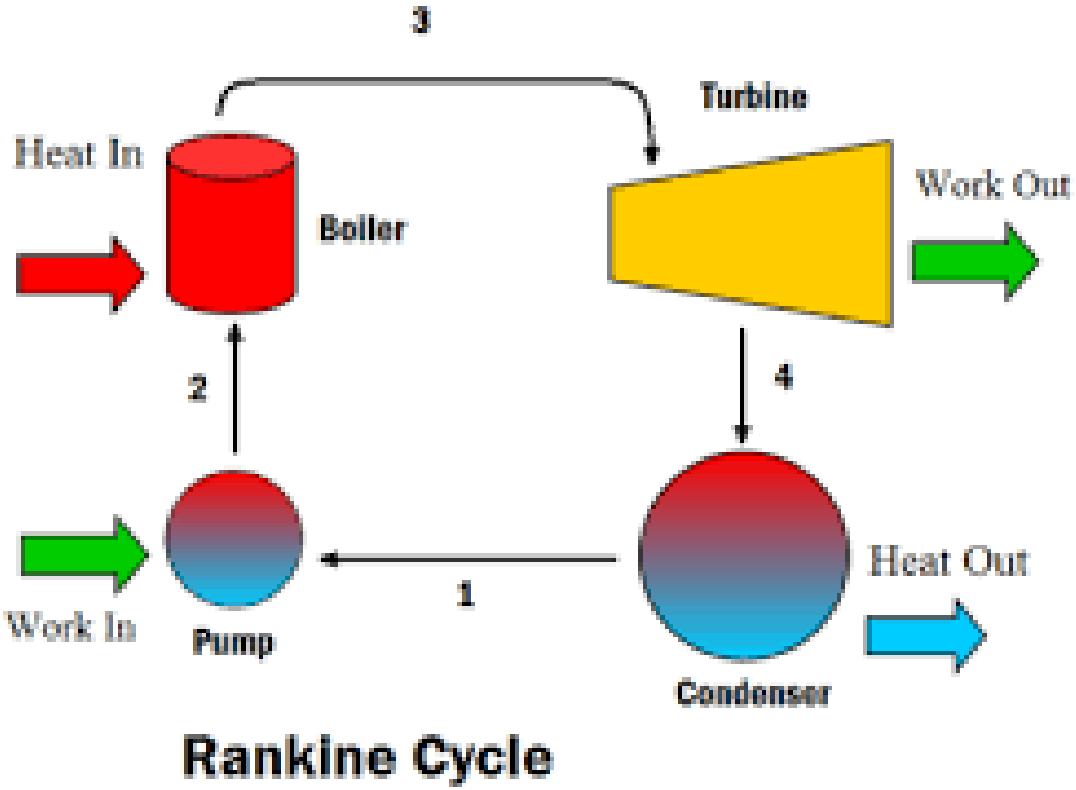
এন্ট্রপির ব্যাখ্যা


Entropy
Entropy is the measure of the disorder of a system
Entropy increases
Melting
Freezing
Vaporization
Condensation
Solid
<
Liquid
<
Gas
ChemistryLearner.com

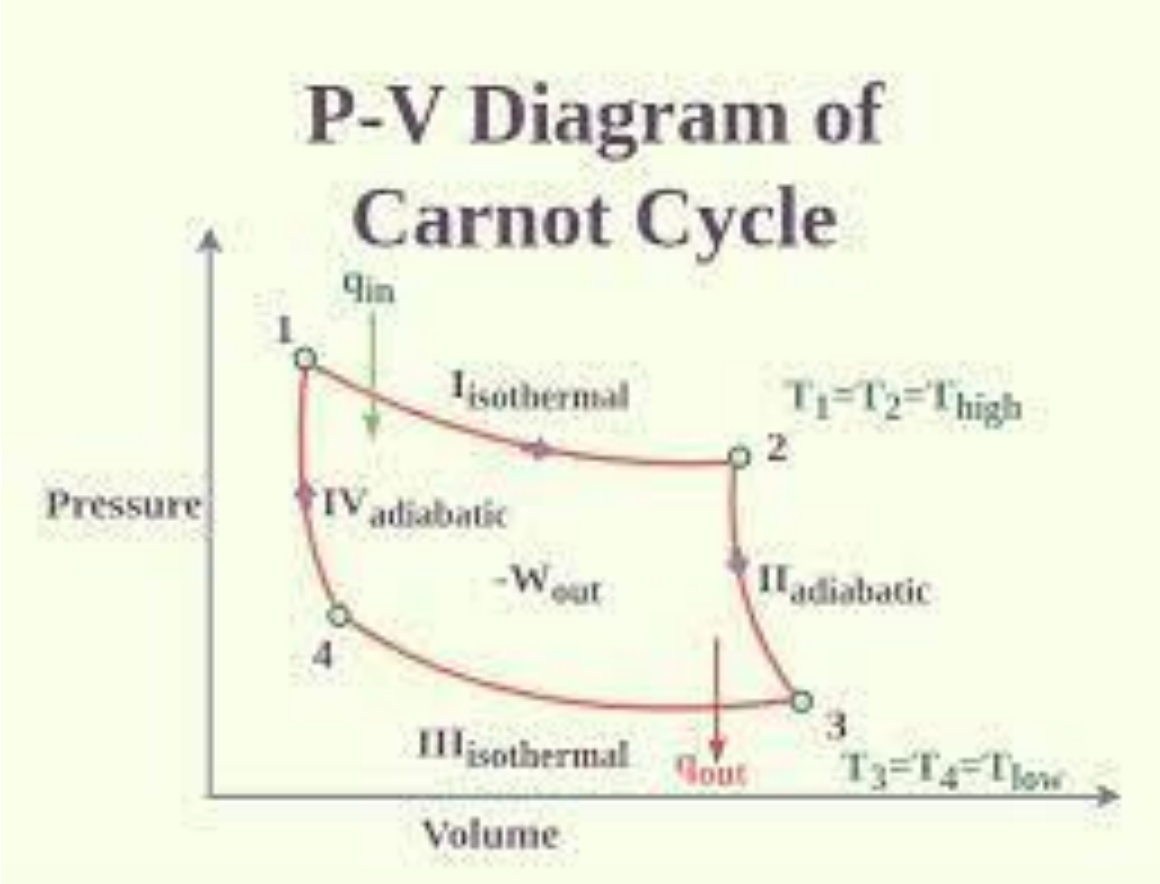
থার্মোডাইনামিক সাইকেল



Rangkin Cycle



কারনট সাইকেল



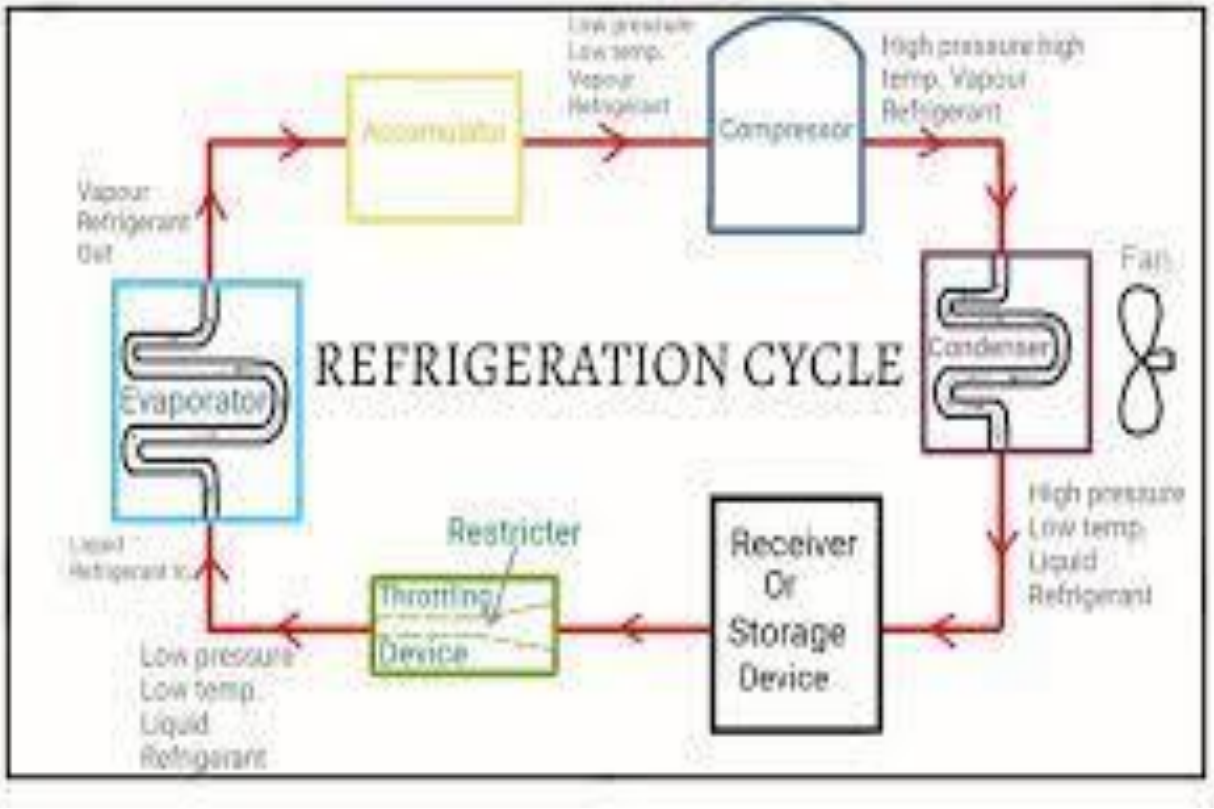
P-V Diagram of Carnot Cycle
q_in
1
I_isothermal
T1=T2=T_high
2
Pressure
IV_adiabatic
-W_out
II_adiabatic
4
3
III_isothermal
q_out
T3=T4=T_low
Volume

রেফ্রিজারেটরের কার্যপ্রনালী

রেফ্রিজারেশন শব্দের অর্থ হল হিমায়ন, কোন বস্তুর তাপমাত্রা কমিয়ে শীতল করে শীতলতা বজায় রাখার প্রক্রিয়াকে হিমায়ক বলে . এ ক্ষেত্রে যে প্রবাহী ব্যাবহার করা হয় তাকে রেফ্রিজারেন্ট বলে .এই প্রবাহী মূলত তাপ গ্রহন করে নিজে উত্তপ্ত হয় কিন্তু পরিপ্বার্শের খাদ্যদ্রব্যকে সতেজ রাখে .

রেফ্রিজারেটরের প্রধান প্রয়োগক্ষেত্র হল, বরফ তৈরি, খাদ্য সংরক্ষন, ওষদ সংরক্ষন,এয়ার কন্ডিশন , শিল্প কারখানা ইত্যাদি। এটি কন্ডেনসার, কম্প্রেসর,ইভাপোরেটর ও এক্সপানশন ভালবের সমন্বয়ে কাজ করে .

রেফ্রিজারেটর সাইকেল



বয়লার

বয়লার একটি বদ্ধ প্রকোষ্ট , যেখানে তাপ শক্তি প্রয়োগের মাধ্যমে পানিকে বাষ্পে পরিনত করা হয় .এটি সাধারনত স্টিলের হয়ে থাকে . এটি মূলত ২ প্রকার

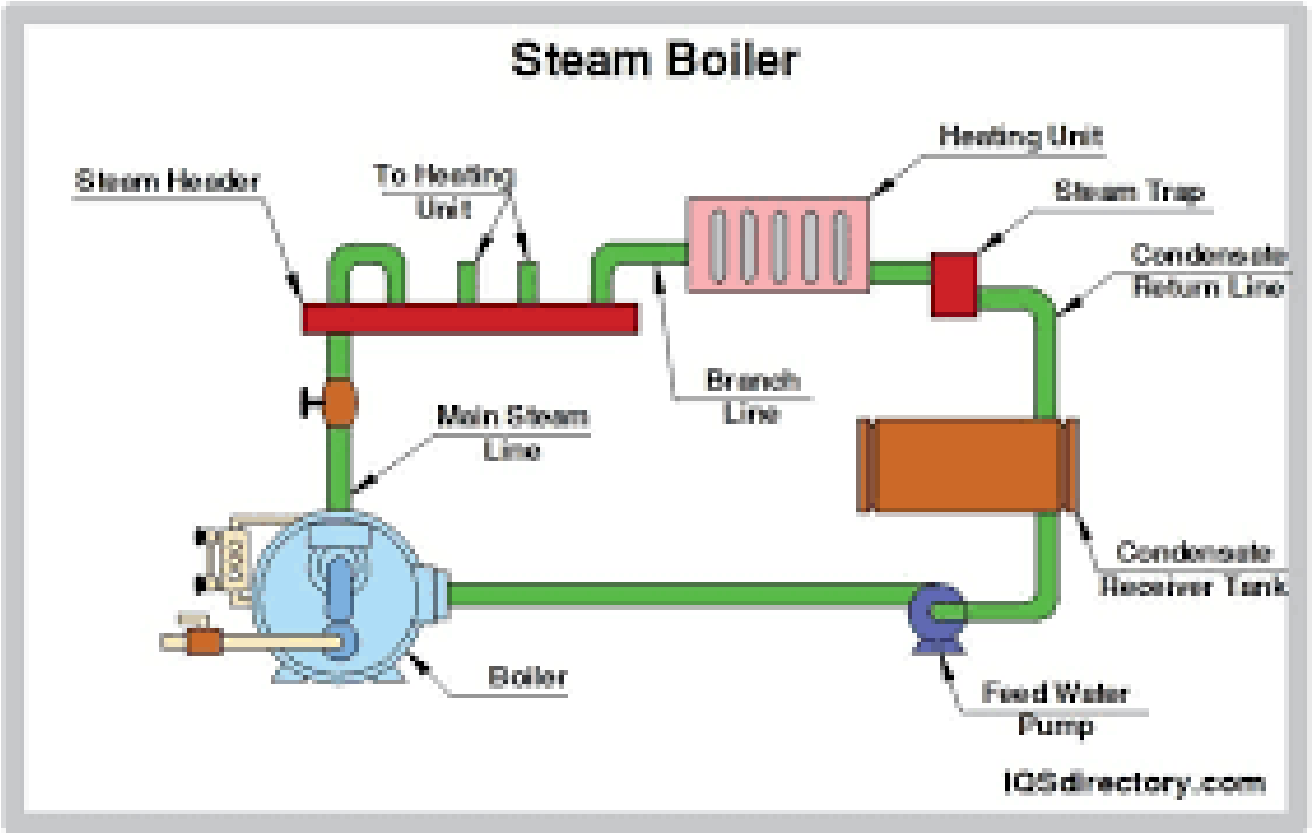
১.ওয়াটার টিউব বয়লার

২ফায়ার টিউব বয়লার .

যে বয়লারের টিউবের ভিতরে আগুন থাকে কিন্তু বাহিরে পানি থাকে তা হল ফায়ার টিউব .

আর যদি ভিতরে পানি বাহিরে আগুন থাকলে ওয়াটার টিউব বয়লার .

বয়লারের চিত্র


Steam Boiler
Steam Header
To Heating Unit
Heating Unit
Steam Trap
Condensate Return Line
Branch Line
Main Steam Line
Condensate Receiver Tank
Boiler
Feed Water Pump
IGSdirectory.com

ইঞ্জিন

এটি হল শক্তি উৎপাদনকারী যন্ত্র, প্রাকৃতিক শক্তিকে কাজে লাগিয়ে যান্ত্রিক শক্তি উৎপাদন করা হয় .

এটি ২ প্রকার :

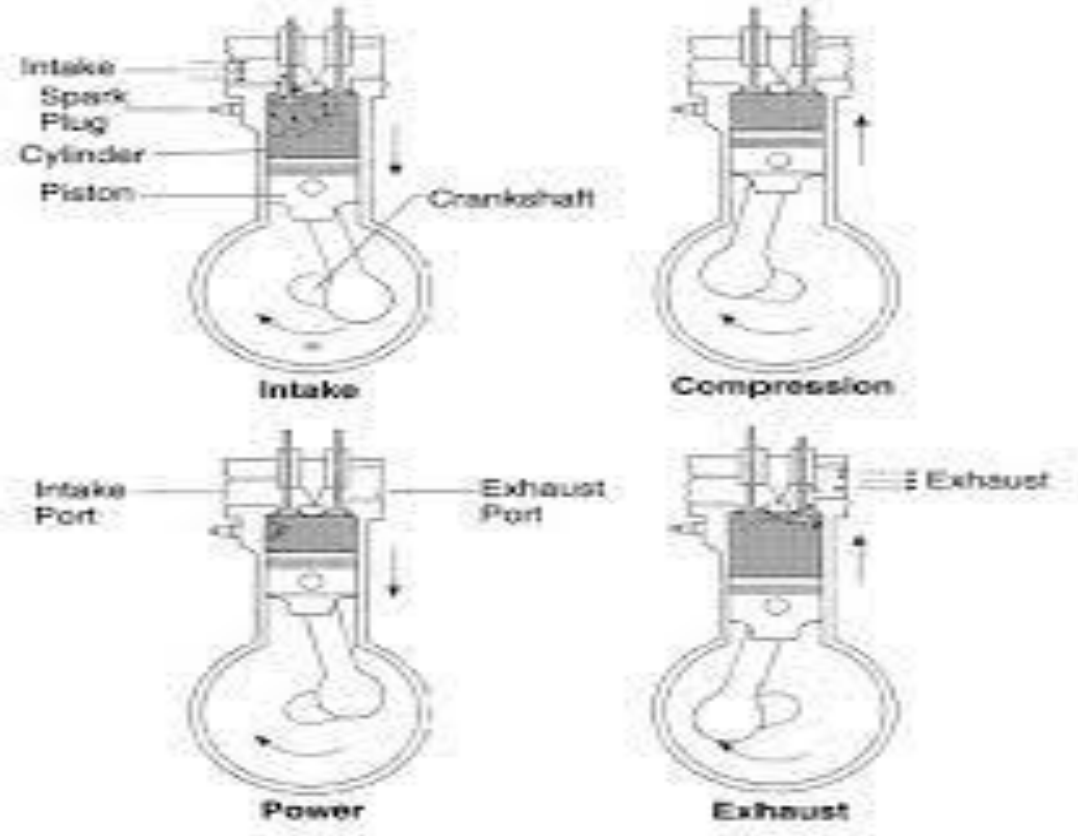
1.পেট্রোল ইঞ্জিন (আই সি ই:)

২.ডিজেল ইঞ্জিন .(সি আই ই:)

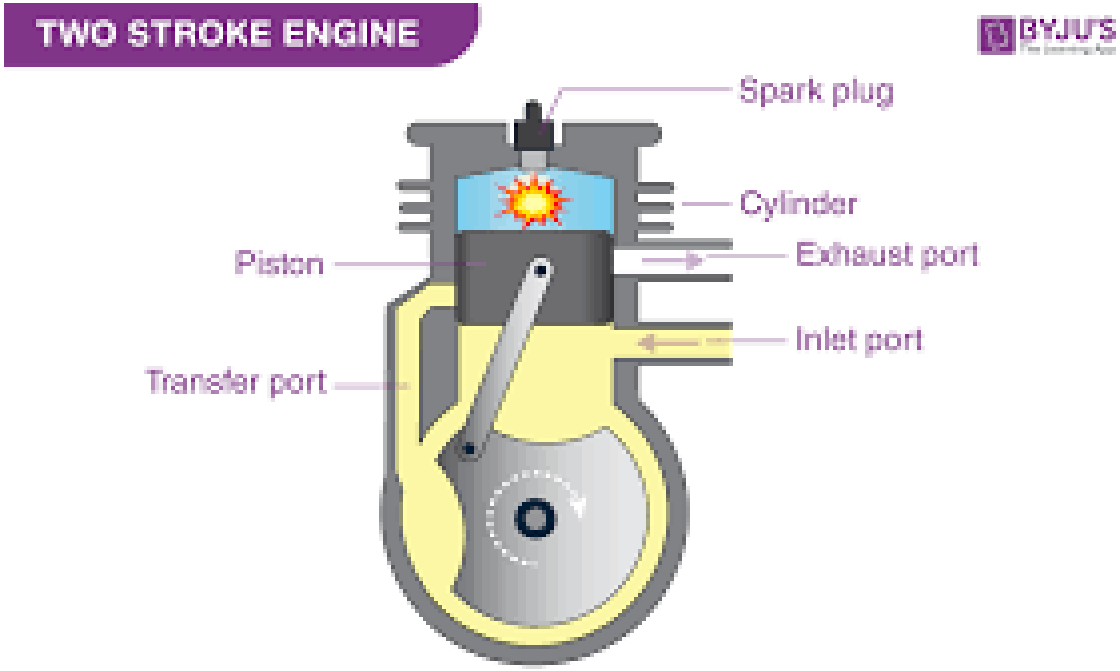
আবার, ইঞ্জিন ২ প্রকার,

টু স্ট্রোক ইঞ্জিন এবং ফোর স্ট্রোক ইঞ্জিন .

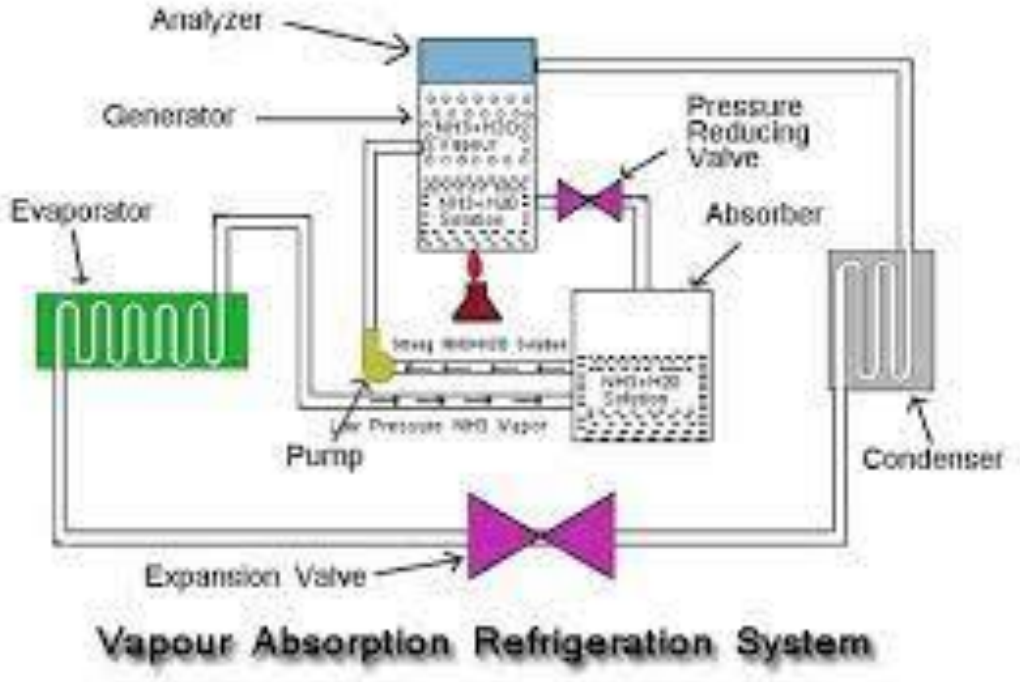
৪ স্ট্রোক পেট্রোল ইঞ্জিন



2 Stroke Diesel Engine



Vapour Absorption Refrigeration System



গ্যাসের সুত্র

Purpose of the Experiment

To demonstrate the complexities involved in measuring properties of gases related to:

1.) Complications in weighing due to the buoyancy of air;

2.) Problems in pressure measurements over water; and,

3.) Non-ideality of Gases.

গ্যাসের বৈশিষ্ট

Physical Characteristics	Typical Units
Volume, **V**	liters (**L**)
Pressure, **P**	atmosphere (1 **atm** = 1.015×10^5 N/m^2)
Temperature, **T**	Kelvin (**K**)
Number of atoms or molecules, **n**	**mole** (1 mol = 6.022×10^{23} atoms or molecules)

বয়েলের সুত্র

"Father of Modern Chemistry"

Robert Boyle

Chemist & Natural Philosopher

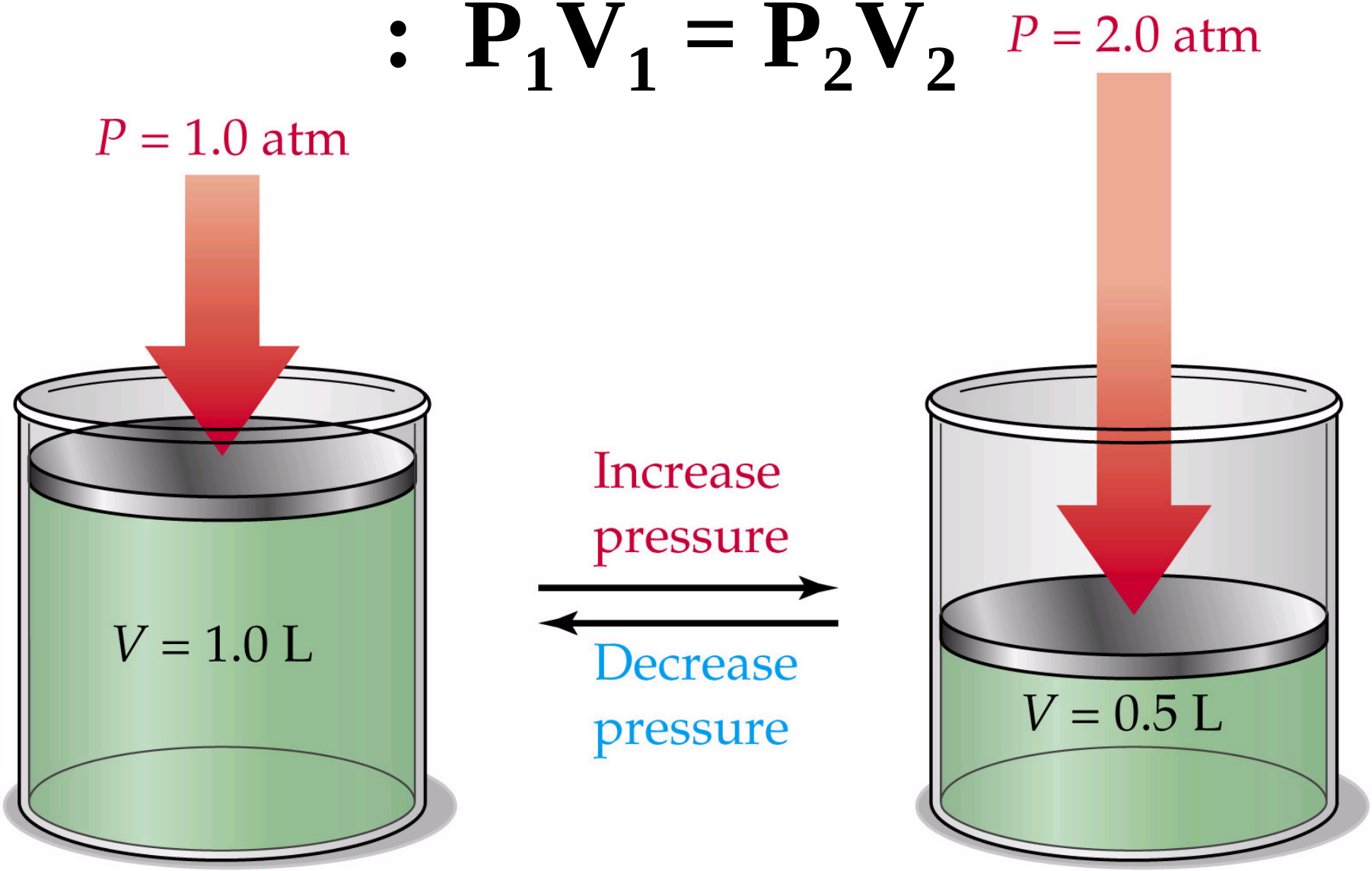
Listmore, Ireland

January 25, 1627 – December 30, 1690

- **Pressure and volume are inversely related** at **constant temperature**.
- **$PV = K$**
- As one goes up, the other goes down.
- **$P_1V_1 = P_2V_2$**

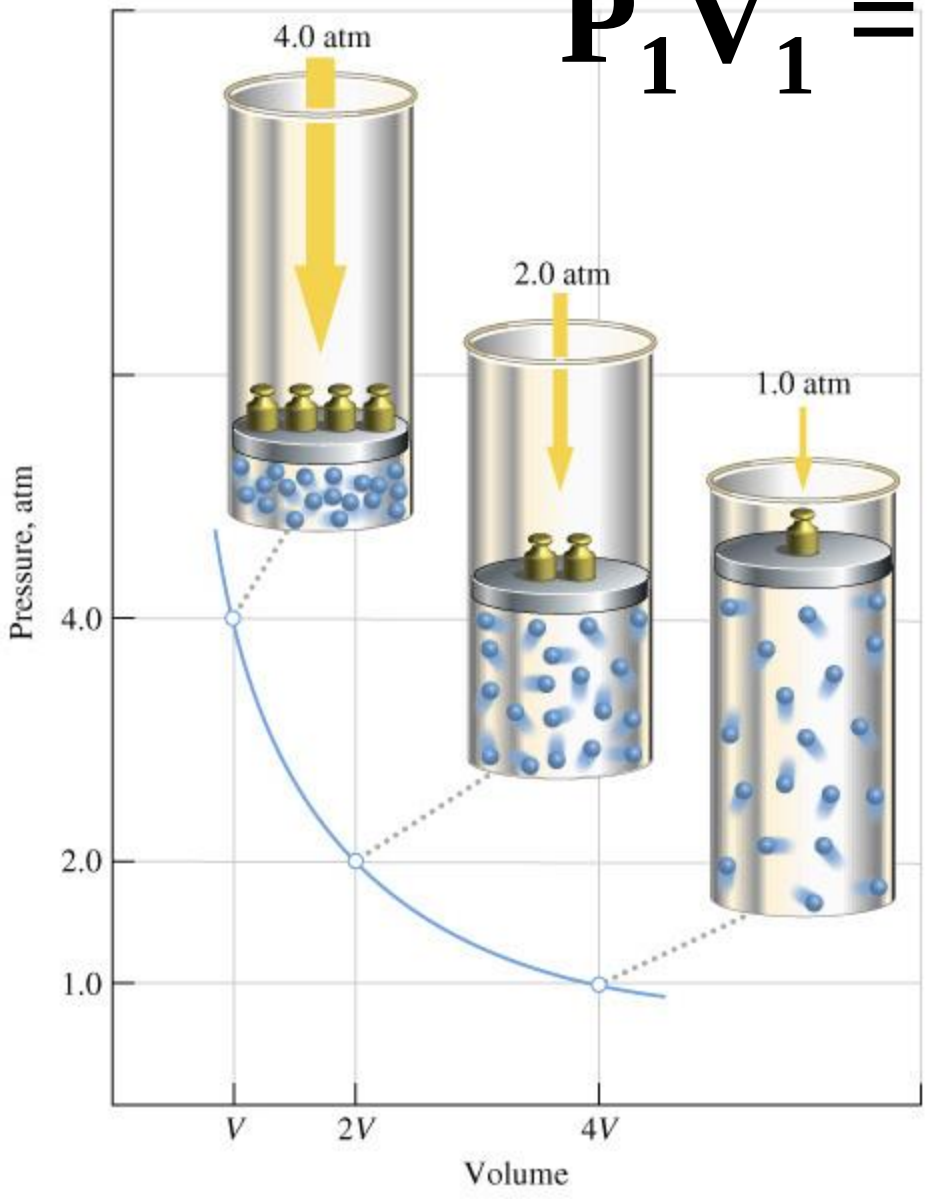
বয়েলের সুত্র পরীক্ষা

: $P_1V_1 = P_2V_2$



বয়েলের সুত্র প্রতিপাদন

$$P_1V_1 = P_2V_2$$



চার্লসের সুত্র

- **Volume** of a gas **varies directly with** the absolute **temperature** at **constant pressure.**
- **V = KT**
- $V_1 / T_1 = V_2 / T_2$

Jacques-Alexandre Charles

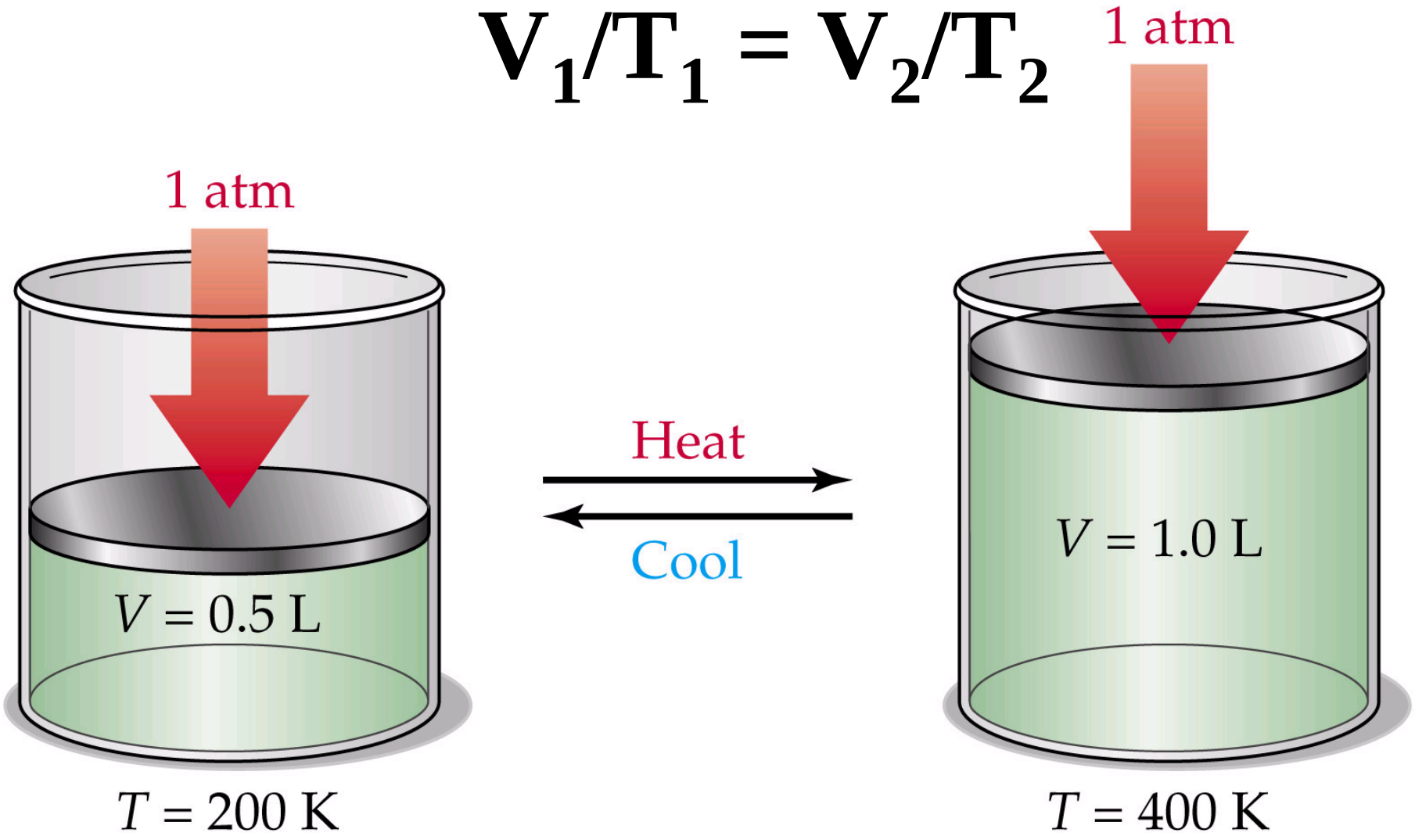
Mathematician, Physicist, Inventor

Beaugency, France

November 12, 1746 – April 7, 1823

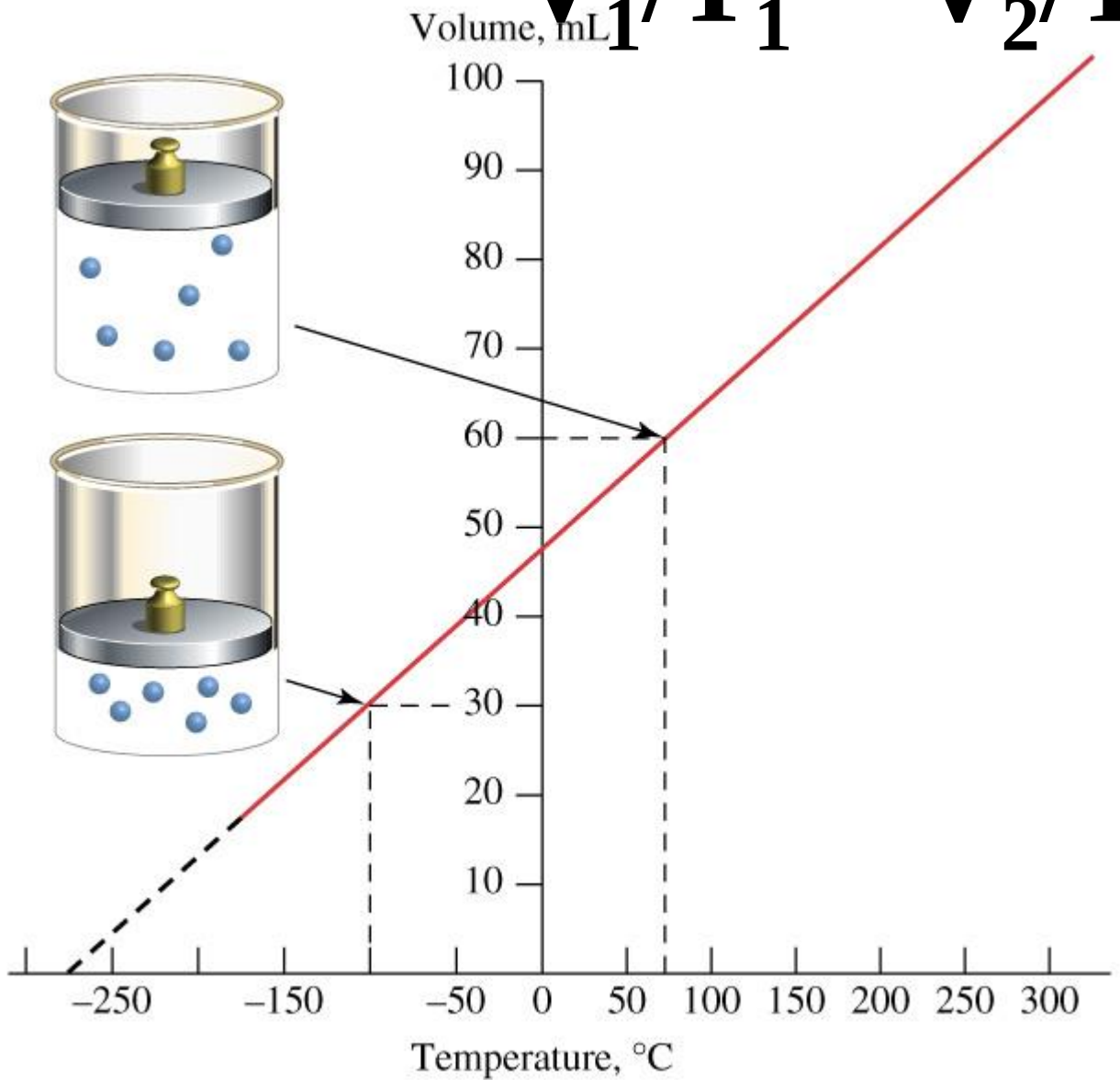
চার্লসের সুত্রের ব্যাখ্যা

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$



চার্লসের সুত্র প্রতিপাদন

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$



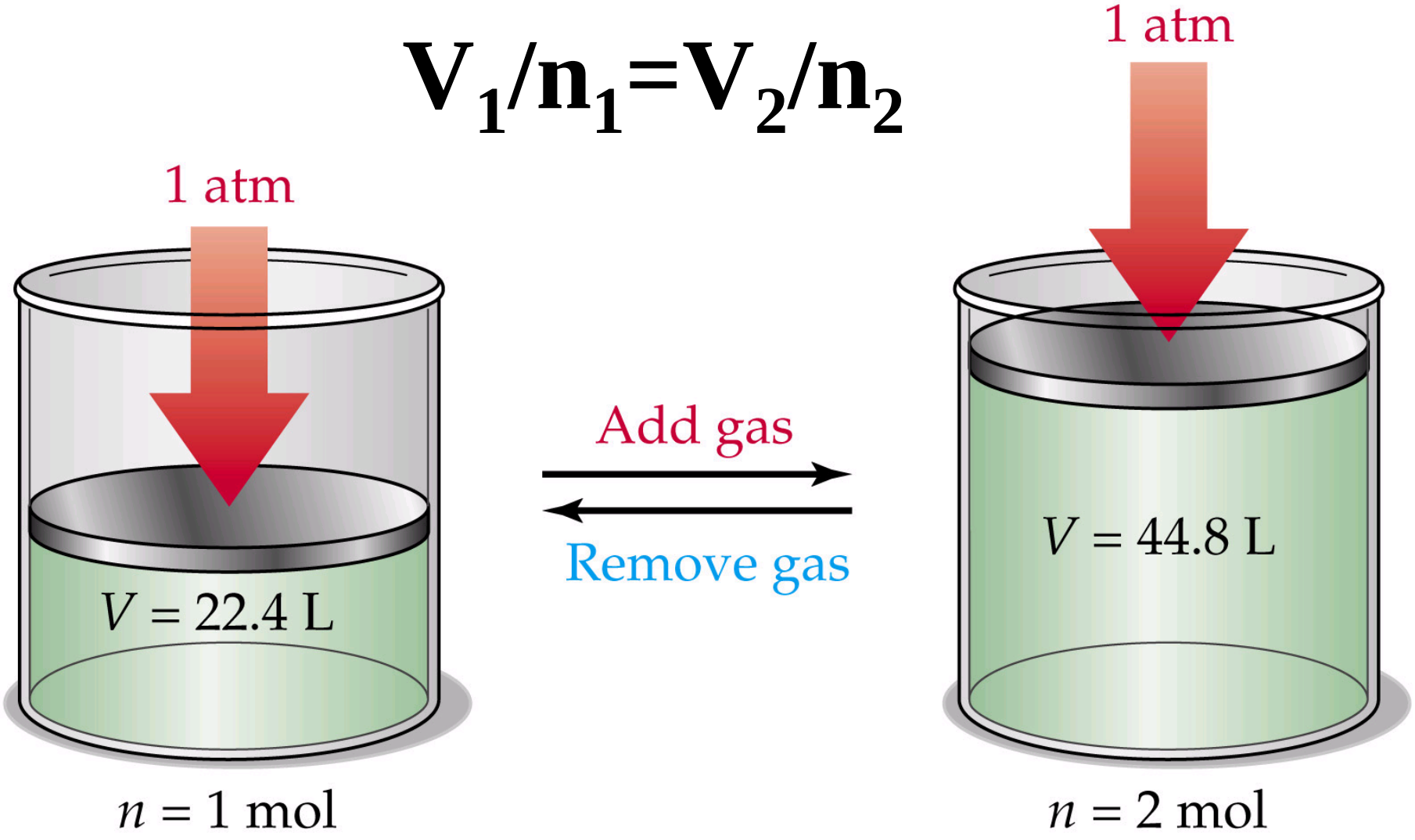
অ্যাভোগ্রেডোর সুত্র

Amedeo Avogadro
Physicist
Turin, Italy
August 9, 1776 – July 9, 1856

- At **constant temperature and pressure**, the **volume** of a gas is **directly related to the number of moles**.
- **$V = K\ n$**
- **$V_1 / n_1 = V_2 / n_2$**

অ্যাভোগ্রেডোর সুত্রের ব্যাখ্যা

$$V_1/n_1 = V_2/n_2$$



গ্যা লুসাকের সুত্র

- At **constant volume**, **pressure** and **absolute temperature** are **directly related**.
- $P = k\,T$
- $P_1 / T_1 = P_2 / T_2$

Joseph-Louis Gay-Lussac

Experimentalist

Limoges, France

December 6, 1778 – May 9, 1850

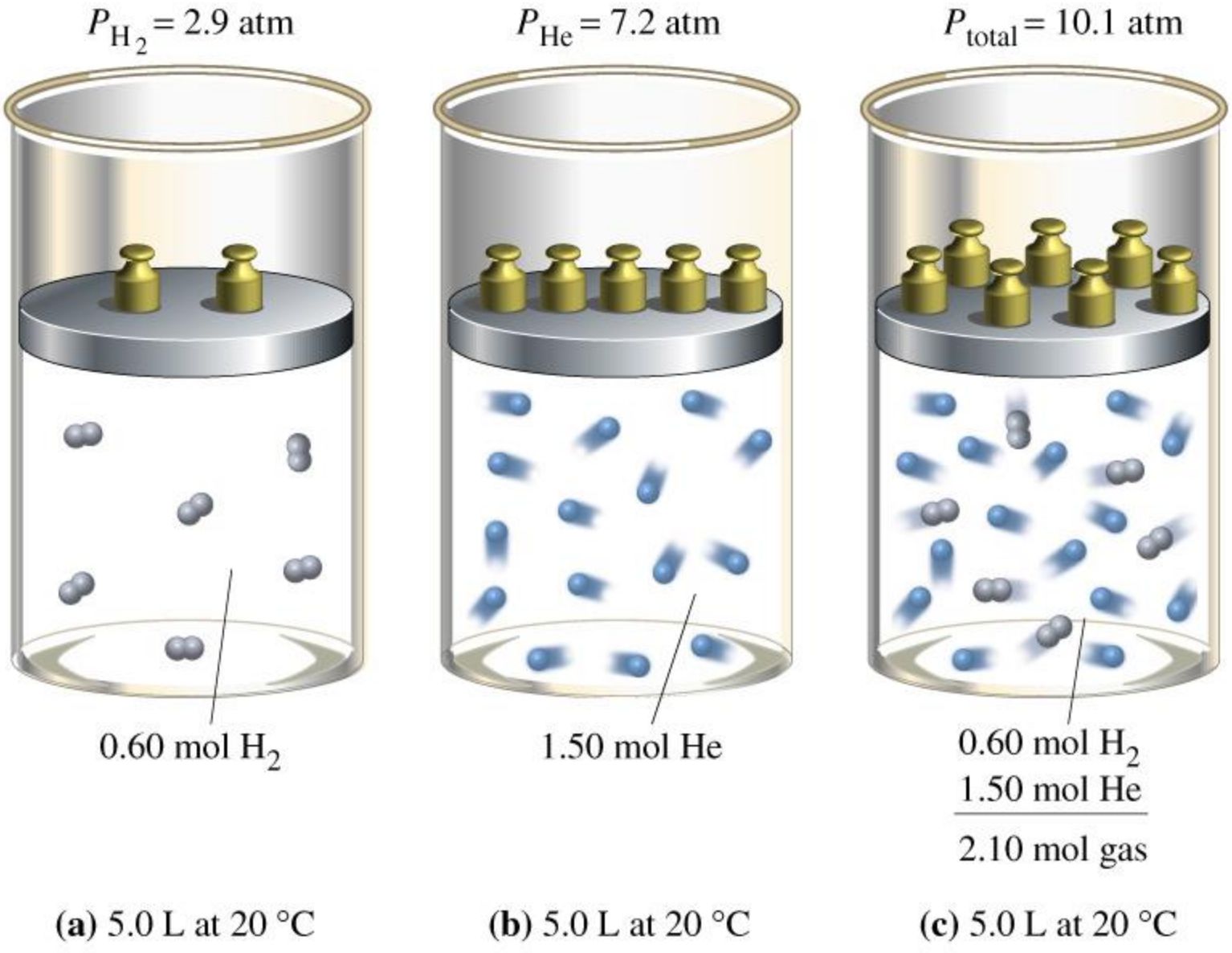
ডাল্টনস্ লও

- The **total pressure** in a container is the **sum of the pressure each gas** would exert if it were alone in the container.
- The total pressure is the sum of the partial pressures.
- $\mathbf{P_{Total} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 \ldots}$

(For each gas P = nRT/V)

John Dalton
Chemist & Physicist
Eaglesfield, Cumberland, England
September 6, 1766 – July 27, 1844

ডাল্টনস্ ল বর্ণনা


$P_{H_2} = 2.9$ atm
$P_{He} = 7.2$ atm
$P_{total} = 10.1$ atm
0.60 mol H_2
1.50 mol He
0.60 mol H_2
1.50 mol He
2.10 mol gas
(a) 5.0 L at 20 °C
(b) 5.0 L at 20 °C
(c) 5.0 L at 20 °C

ভেপারের চাপ

- ***Water evaporates!***
- When that water evaporates, the **vapor has a pressure**.
- Gases are often collected over water so the **vapor pressure of water** must be **subtracted from the total pressure**.

আদর্শ ও বাস্তব গ্যাসের প্রার্থক্য

	Ideal Gas	Real Gas
Obey PV=nRT	Always	Only at very low P and high T
Molecular volume	Zero	Small but nonzero
Molecular attractions	Zero	Small
Molecular repulsions	Zero	Small

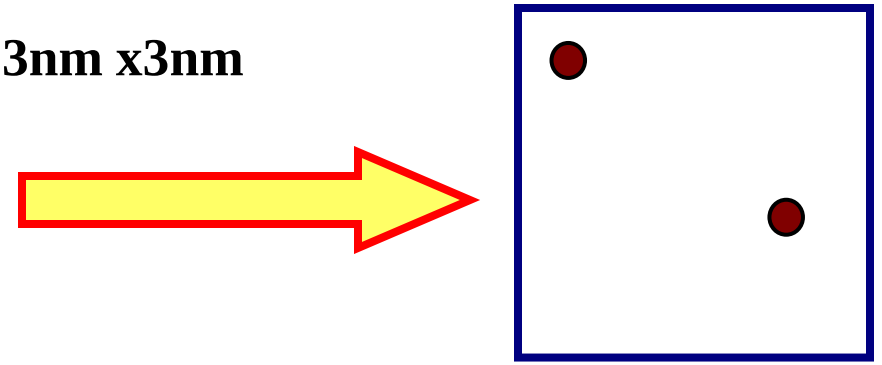
বাস্তব গ্যাস

- **Real molecules do take up space** and **do interact** with each other (especially polar molecules).
- Need to **add correction factors** to the ideal gas law to account for these.

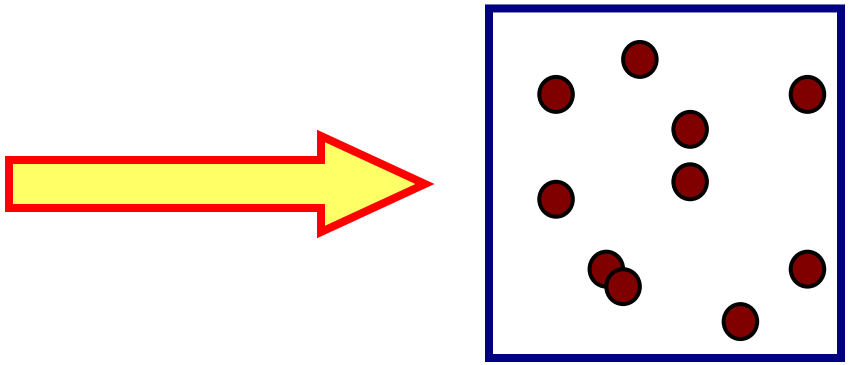
Ideally, the VOLUME of the molecules was neglected:

Ar gas, ~to scale, in a box 3nm x 3nm x3nm

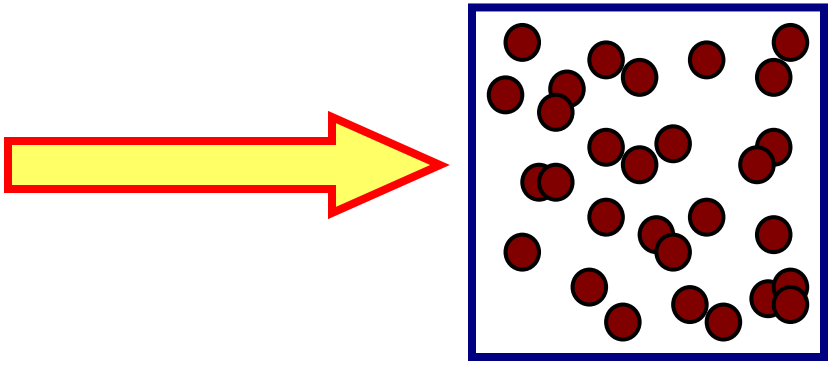
at **1** Atmosphere Pressure



at **10** Atmospheres Pressure



at **30** Atmospheres Pressure



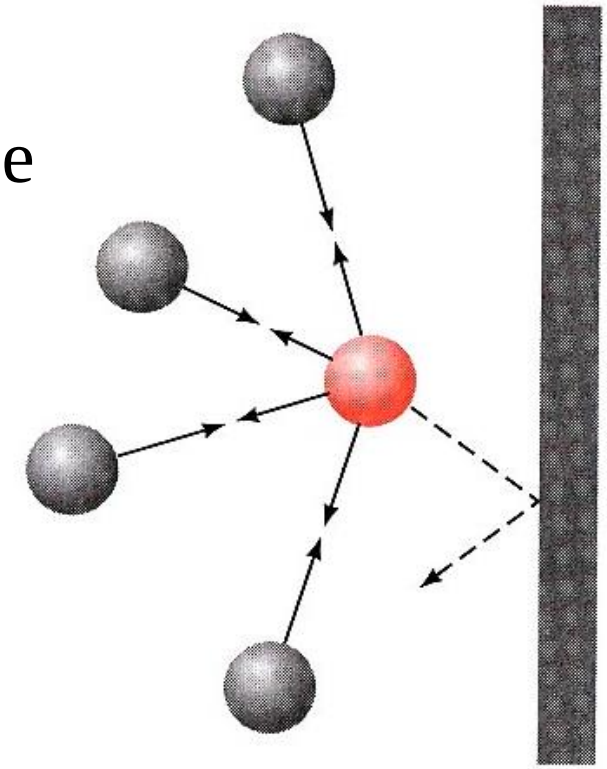
But since real gases <u>do have volume</u>, we need:

আয়তন সঠিকীকরন

- The **actual volume** free to move in is **less** because of particle size.
- **More molecules** will have **more effect**.
- Corrected volume **V' = V – nb**
- "**b**" is a constant that **differs for each gas**.

চাপ সঠিকীকরন

- Because the **molecules are attracted** to each other, the **pressure** on the container will be **less than ideal**.
- Pressure **depends on** the **number of molecules per liter**.
- Since **two molecules interact**, the **effect must be squared**.



$$P_{observed} = P - a\left(\frac{n}{V}\right)^2$$

Van der Waal's equation

$$[P_{obs} + a\,(\frac{n}{V})^2]\,(V - nb) = nRT$$

Corrected Pressure **Corrected Volume**

- "**a**" and "**b**" are **determined by experiment**
- "**a**" and "**b**" are **different for each gas**
- **bigger molecules** have **larger** "**b**"
- "**a**" depends on both **size and polarity**

Johannes Diderik van der Waals
Mathematician & Physicist
Leyden, The Netherlands
November 23, 1837 – March 8, 1923

Compressibility Factor

The most useful way of displaying this new law for real molecules is to plot the compressibility factor, **Z** :

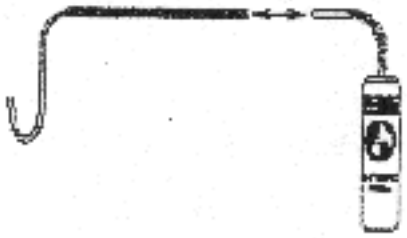
For **n = 1**

$$\mathbf{Z = PV / RT}$$

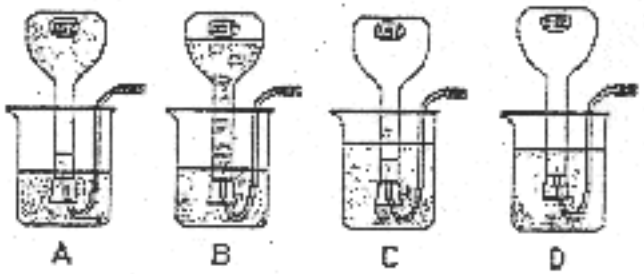
Ideal Gases have **Z = 1**

Part 1: Molar Volume of Butane

ight of the butane refill cartridge is recorded as accurately as
nnected to the upright butane cartridge



and
neck of the flask as in A below (a bent piece of glass tubing



Page 194-195 in your Lab Packet

If you would like to take notes, these slides start on page 201 of your Lab Packet.

Molar mass of butane (C_4H_{10}) = _____ g/mole

Mass of butane: _____

n or n_B= _____

Molar mass of butane (C_4H_{10}) = _____ g/mole

$(12.011 \times 4) + (1.008 \times 10) = 58.124$

Mass of butane: _____

Initial weight of cartridge – final weight of cartridge

n or n_B= _____

$$\frac{\text{mass of butane}}{\text{Molar mass of butane}}$$

Ask your TA for the Lab Temperature and Pressure*

T = ____ ^{o}C P = _____torr V = _____L

T = ____ K P = _____atm 0.500 L

Note: K = ^{o}C + 273.15 & 1 atm = 760 torr

Apparent molar volume, (V_m = V / n) of butane

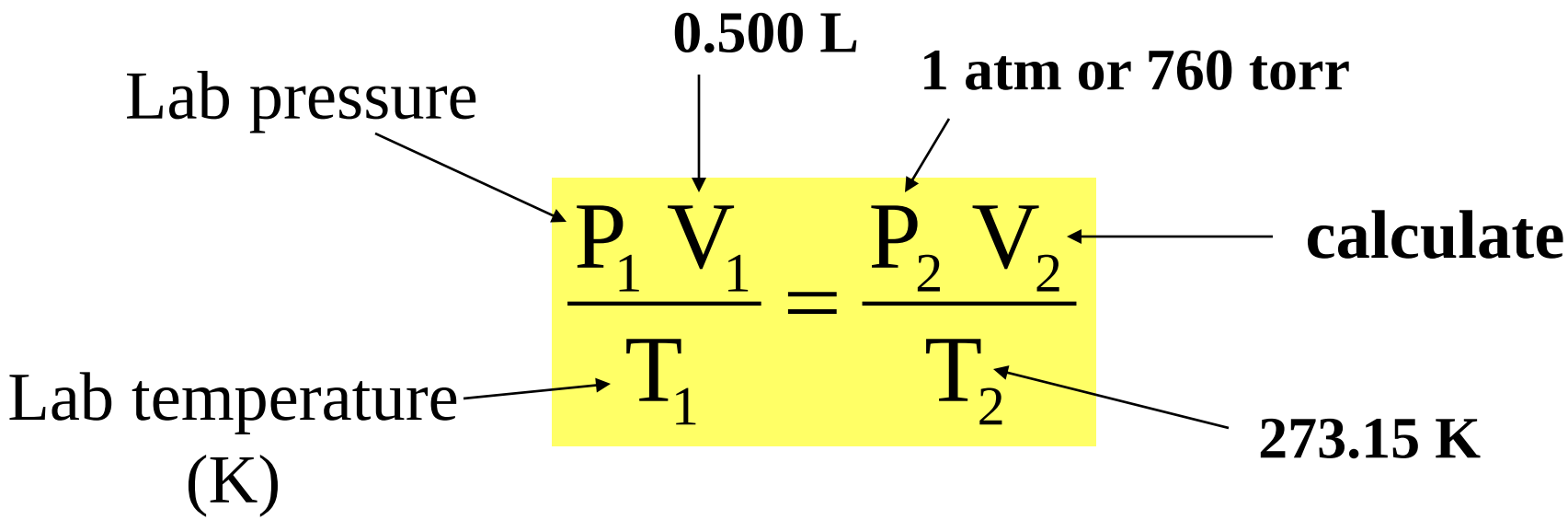
at experimental T & P: V_m = _____ L / mole

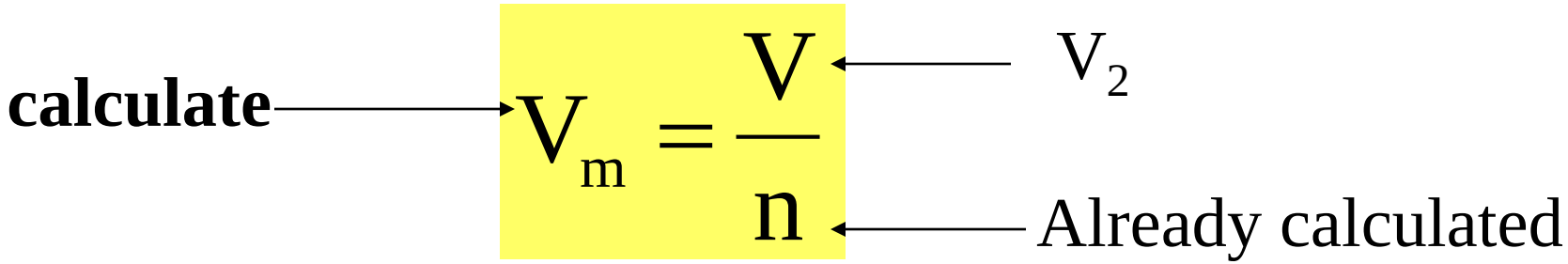
0.500 L → **V/n** ← n → Calculated earlier

***These will be posted on the chalkboard.**

Verify the values are for your session before recording in your book.

Apparent molar volume of butane at STP; V_m = _____L/mole





Partial pressure of water vapor in flask: P_w = _____torr

$$x = \ln P_w(torr) = 20.943 - \frac{5300}{T}$$

calculate x

Lab temperature (K)

$$P_w(torr) = e^x$$

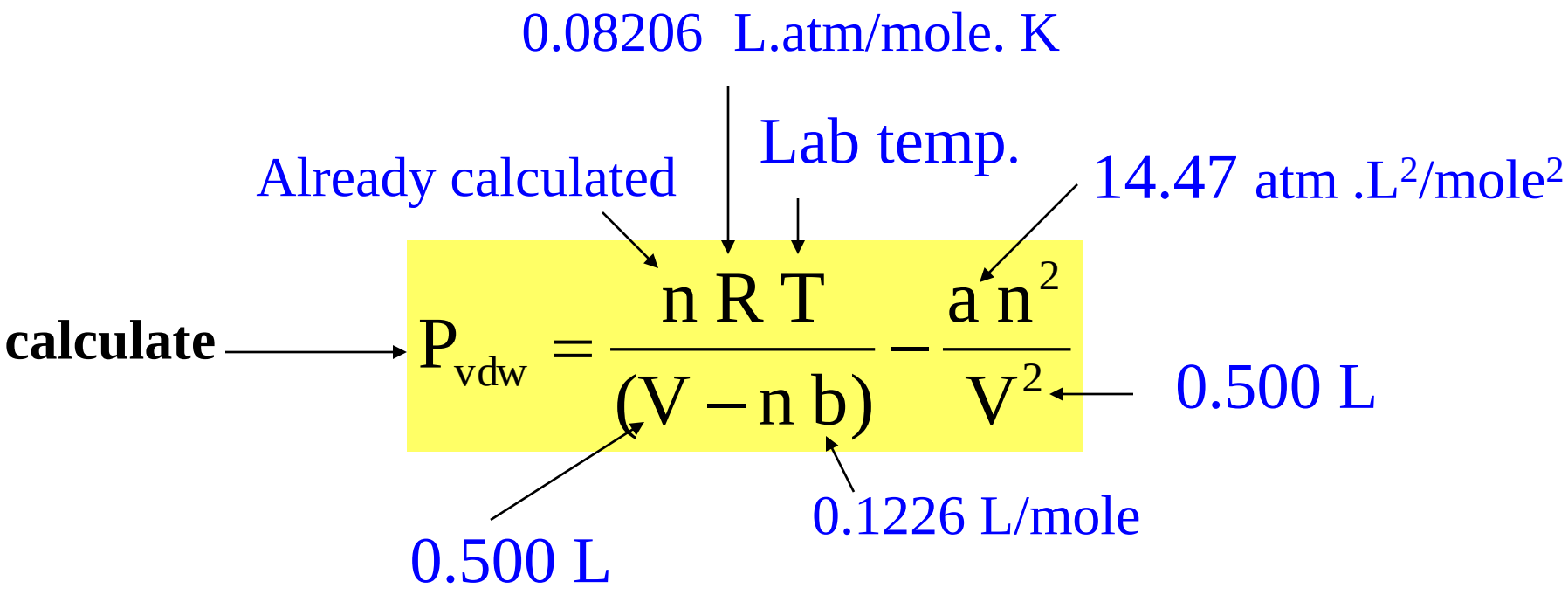
Partial pressure of butane in flask: _____ torr

_____atm

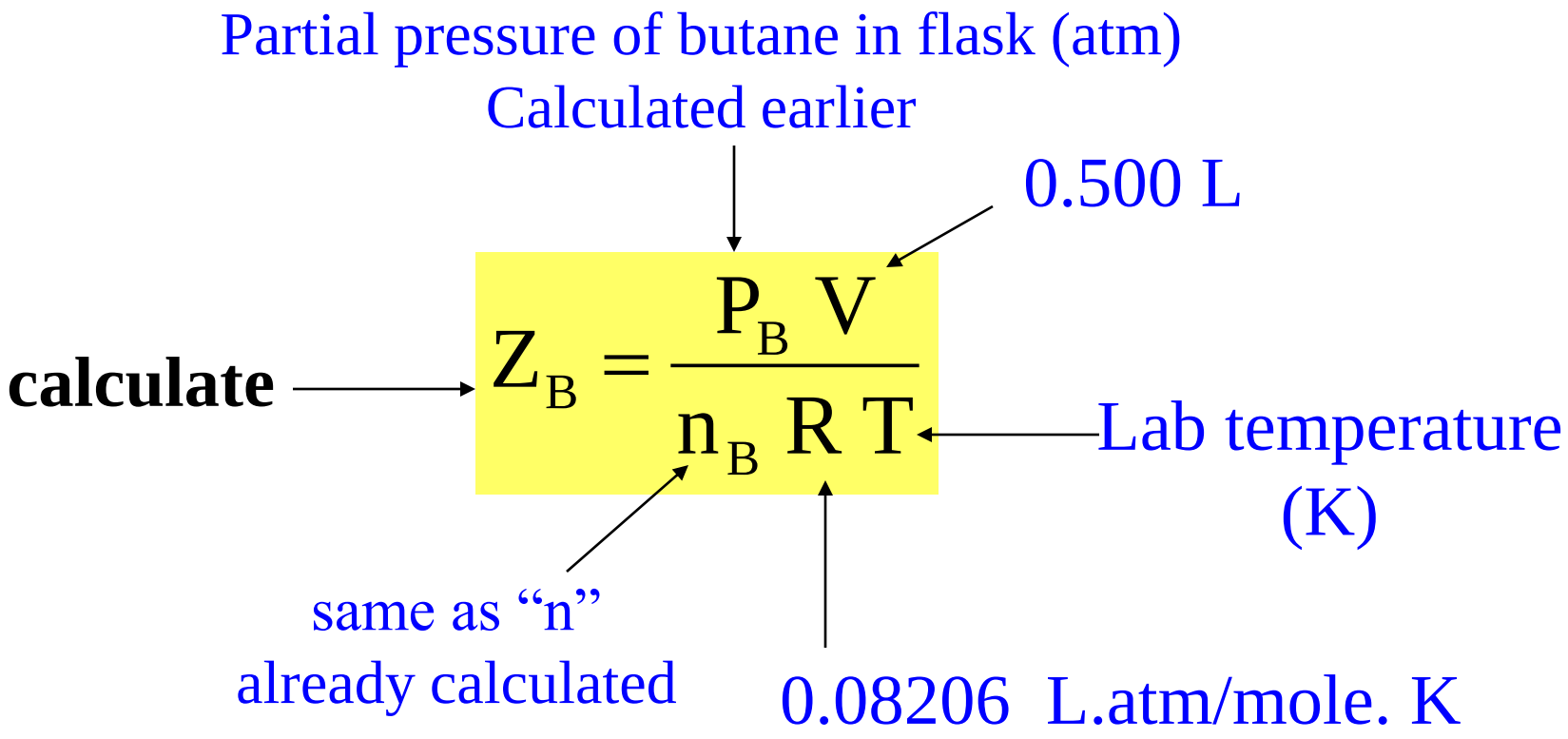
calculate → $P_B = P_{total} - P_w$ ← calculated in previous step (torr)

↑ Lab pressure (torr)

Partial pressure of butane: P_{vdw} = _____ atm

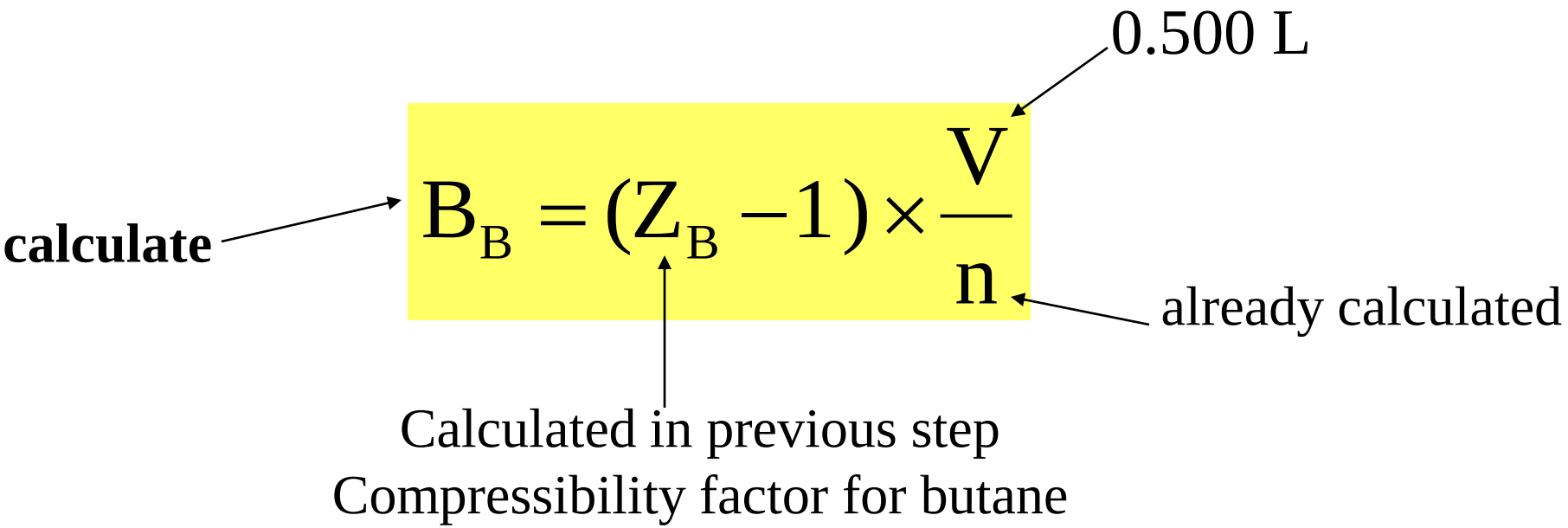


Compressibility factor for butane : Z_B = _____



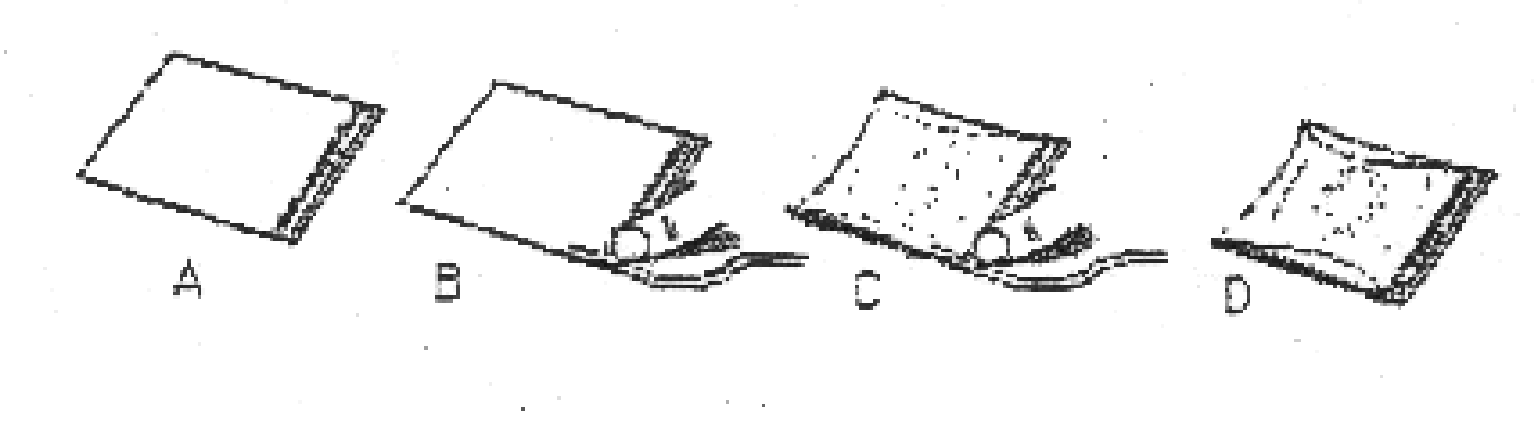
Estimated second Virial Coefficient for Butane at room temperature:

B_B = _____L/mole



Part 2: Buoyancy Effect

Filling Ziplok bag with butane gas



Page 197 in your Lab Packet

	cartridge	bag
Initial mass	_____ g	_____ g
Final mass	_____ g	_____ g
Change in mass	_____ g	_____ g

Discrepancy is the difference between these two masses

Discrepancy: _____ g

Moles of Butane in bag: n = _____ moles

Change in cartridge mass

calculate → $n = \frac{\text{mass}}{\text{Molar mass}}$

58.124 g/mole

Calculated volume of Butane in bag: ____L

Calculated in previous step

calculate → $$V = \frac{n \times B_B}{(Z_B - 1)}$$

Estimated second Virial Coefficient for Butane at room temperature Calculated in Part 1 (p 195).

Compressibility factor for Butane Calculated in Part 1 (p 195).

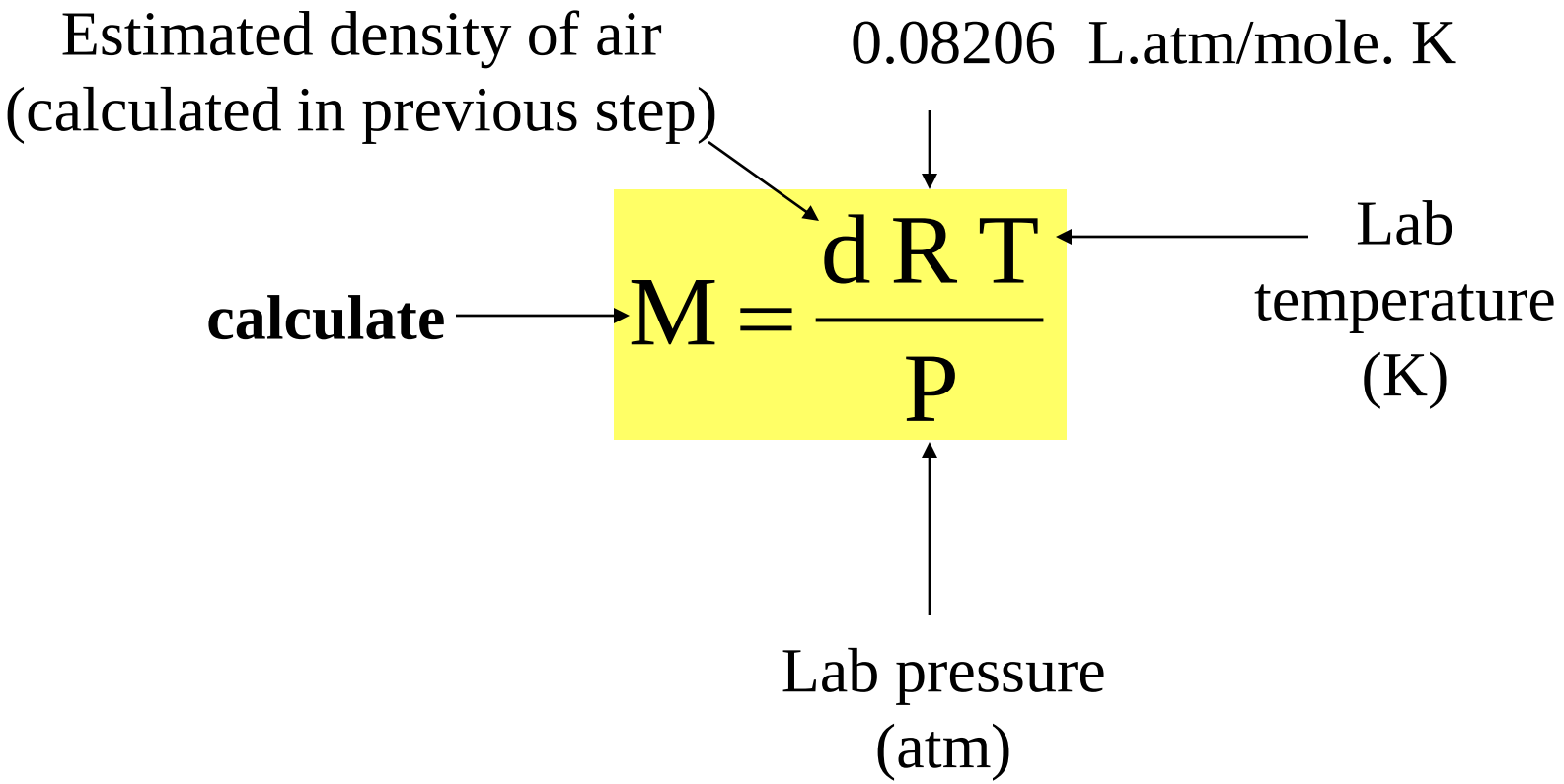
Estimated density of air at experimental T and P: d= ____g / L

Buoyancy effect of displaced volume of air
(the mass discrepancy)

calculate → $d = \frac{\text{mass}}{\text{volume}}$

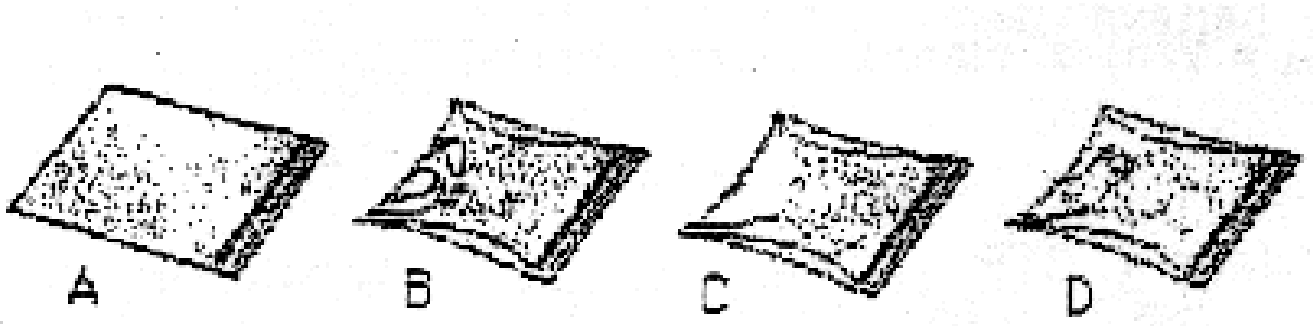
Calculated volume of Butane in bag
(calculated in previous step)

Estimated Molar mass of air: _____g/mole



Part 3: Conservation of Mass

Gas generating reaction in a closed system



Page 199 in your Lab Packet

Part 3: Conservation of Mass

Gas generating reaction in a closed system

Molar mass of $NaHCO_3$: _____g/mole

Moles of $NaHCO_3$: _____ mole

Part 3: Conservation of Mass

Gas generating reaction in a closed system

Molar mass of $NaHCO_3$: _____g/mole

$(22.990) + (1.008) + (12.011) + (3 \times 15.999) = 84.006$ g/mole

Moles of $NaHCO_3$: _____ mole

$$\text{moles} = \frac{\text{mass}}{\text{Molar mass}}$$

Weight of bag and reaction components:

Before reaction: _____ g after reaction : _____ g

Discrepancy is the difference between these two weights.

Discrepancy: _____g

Estimated volume of expansion: _____ L

calculate → $V = \frac{\text{weight discrepancy}}{\text{density of air}}$

Determined in Part 2 (p 197).

Reaction:

1 $NaHCO_3(aq)$ + $CH_3CO_2H(aq)$ → _____ + 1 $CO_2(g)$ + _____

Expected moles of CO_2(gas) : _____ moles

Expected volume of gas at laboratory T & P: _____L

0.08206 L.atm/mole.K

Expected moles of CO_2 (from previous step)

Lab temp. (K)

calculate →

$$V_{gas} = \frac{n_{CO_2} RT / P_{atm}}{1 - \left[P_W / P_{atm} \right]}$$

Lab pressure (atm)

Lab pressure (atm)

Partial pressure of water vapor. (**Note**: **Convert your Pw to atm**.)
(You calculated Pw in torr in Part 1 – p 195.)

Check Out from the Stockroom

1000 ml beaker
500 ml volumetric flask
Tygon tubing with Hook
Butane cylinder
1 piece of plastic wrap
1 quart Ziploc Bag
5 dram vial with lid*

In The Hood:

50% Acetic Acid in a
500 ml plastic dispenser

By Balances:

Sodium bicarbonate, $NaHCO_3$

Clean Up:

***Dispose of liquid waste in appropriate container. Rinse vial and lid with water and return them to the stockroom.**

Hazards:

50% Acetic acid (corrosive, sharp, irritating odor)
Butane (flammable)

Waste:

5 gallon liquid waste for $NaHCO_3$ and acetic acid

This Week: April 28 - 30

Turn In: **Gas Laws Experiment** pp. 195-199 + calculations page.

There is no Postlab! ☺

- **Students must do all calculations before leaving lab,** due to the complex nature of the calculations.
- **Calculations must be shown on a separate piece of paper**, with units to the correct number of significant figures. Datasheets need to be in ink, but calculations may be done with pen or pencil.
- **Calculations scribbled in the margins** of the lab pages are **NOT ACCEPTABLE**.

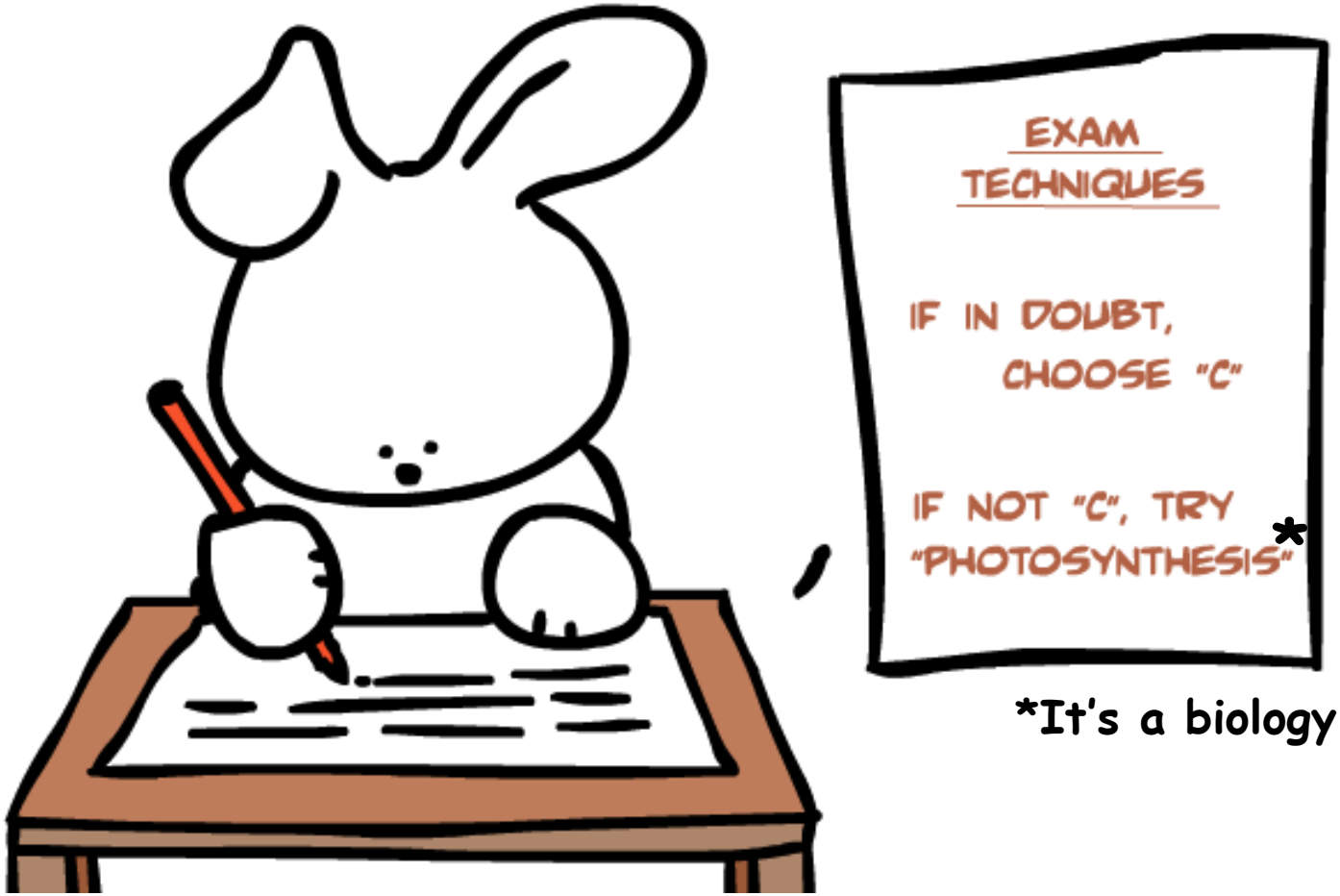
Evaluation Forms:

To evaluate Chem 1319, you should be receiving an email from the CET Committee with the following link:

https://itweb.mst.edu/auth-cgi-bin/cgiwrap/distanceed/evals/survey.pl

The **Chemistry Outstanding TA Awards** are based on these evaluations. So please complete the evaluations, as TAs without enough surveys completed are not considered eligible for the award.

BRIAN'S GUIDE TO STUDYING



*It's a biology joke! ☺

Don't be a dumb bunny! - Study!

এই পাঠ সম্পর্কিত তোমাদের কোন প্রশ্ন আছে কি?

আল্লাহ

হাফেজ