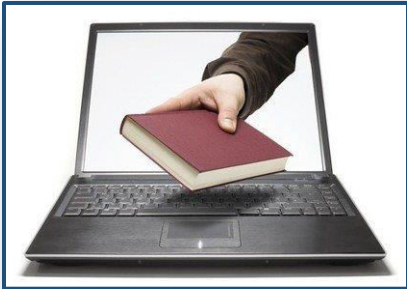




FIZIKA KAFEDRASI



Fizika I

2018

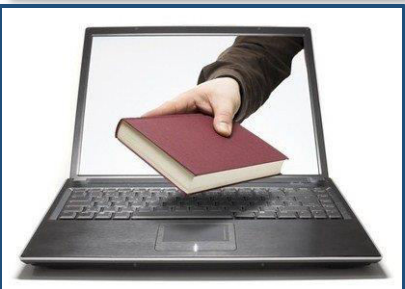
MOLEKULAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA

7 – ma'ruza

K.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov



**TÁBIYIY HÁM
GUMANITAR
PÁNLER
KAFEDRASÍ**



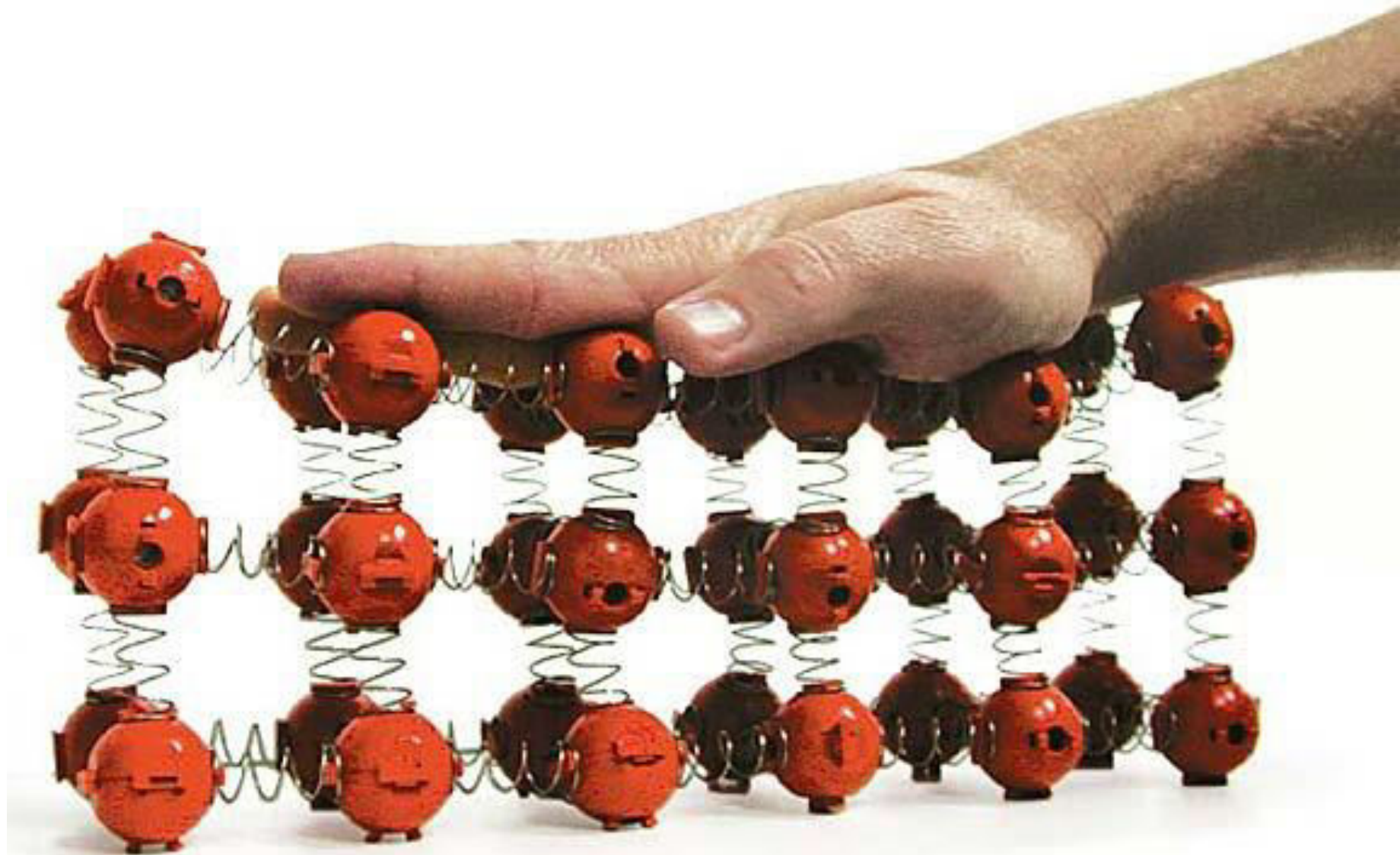
Fizika I

2020

MOLEKULAR FIZIKA HÁM TERMODINAMIKA

7 – lekciya

**Qaraqalpaq tiline awdarmalağan
S.G. Kaypnazarov**



Lekciya rejesi

- Sistemaniń mikroskopik qásiyetlerin úyreniwde statistikalıq hám termodinamikalıq usıllar.
- Ideal gaz nızamları.
- Ideal gazdıń hal teńlemesi. Molekulyar kinetikalıq teoriyanıń tiykargı teńlemesi.
- Erkinlik dárejeleri boyınsha energiya bólistiriliwi.
- Ideal gaz molekulalarınń tezlik hám energiya boyınsha bólistiriliwi.
- Potencial kúshler tásirinde ideal gaz molekulalarınń bólistiriliwi.
- Gaz molekulalarınń ortasha soqlıgısıwlar sanı hám ortasha juwırıw jolı.

Statistikaliq hám termodinamikaliq izertlew usılları

Statistikaliq usıl — bul úlken muǵdardaǵı bólekshelerden ibarat bolǵan sistemanıń parametrlerin izertlew usılı. Ol sistemanı tolıq xarakterlewshi fizikalıq shamalardıń statistikaliq nızamlıqları hám ortasha mánislerine tiykarlanadı.

Termodinamikaliq usıl – bul termodinamikaliq sistemanıń halatın anıqlaw usılı. Sistemanıń halatı, onıń qásiyetin belgilewshi fizikalıq shamalar kompleksinen ibarat bolǵan termodinamikaliq parametrler menen belgilenedi.

Termodinamikalıq sistema

Termodinamikalıq sistema – makroskopik deneler kompleksinen ibarat bolıp, bul deneler bárhama ózara energetikalıq tásirlesedi hám tek ózara emes, bálkim sırtqı ortalıq penen de energiya almasıp turadı.

Ádette sistemaniń halatın belgilewshi parametrler sıpatında – temperatura, basım hám salıstırmalı kólemler tańlanadı. Sistemaniń halatın anıqlap beriwshi fizikalıq shamalar ***sistemaniń parametrleri*** dep ataladı.

Molekulyar – kinetikalıq kóz-qaraslar

Molekulyar fizika úyrenetuǵın procesler – júdá kóp muǵdardaǵı molekulalardıń ózara tásiiri nátiyjesi menen baylanıslı procesler statistikalıq usıllar arqalı úyreniledi.

Molekulyar – kinetikalıq teoriyanıń (MKT) tiykargı halatları:

- barlıq zatlar, málim aralıqta jaylasqan atom hám molekulalardan ibarat;*
- molekulalar úzliksiz hám tártipsiz háreketlenedi;*
- bóleksheler bir – biri menen ózara soqlıǵıadı.*

Molekulyar – kinetikalıq kóz-qaraslar

Massanıń atom birligi

$$1 m.a.b = \frac{1}{12} m_{0C} = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$$

***Salıstırmalı molekulyar
massa:***

qálegen molekulanıń
massası uglerod atomınıń
massasınan neshe márte
úlkenligin kórsetedi.

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}} = \frac{m_0}{1 m.a.b}$$

**Avogadro sanı qálegen zattıń
bir molında neshe atom
(molekula) barlıgın kórsetedi.**

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$$

Molekulyar – kinetikalıq kóz-qaraslar

Zat muǵdarı:

ν (mol) – massası grammlarda san jaǵınan salıstırmalı massaǵa teń bolǵan zat muǵdarı.

Qálegen zattıń 1 moli

0,012 kilogramm uglerodtaǵı atomlar sanına teń atom yaki molekulalarǵa iye boladı.

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

$$\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = \frac{m}{\mu} N_A$$

Molekulyar – kinetikalıq kóz-qaraslar

Molyar massa – bir mol zattıń massası

$$\mu = m_0 N_A$$

$$\mu = \frac{m}{\nu}$$

Salıstırmalı molyar massanıń molyar massaǵa baylanıslılıǵı

$$\mu = M_r \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

Bir atomǵa tuwrı keliwshi a sıızıqlı ólshem

$$a = \sqrt[3]{V_1}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{m}{\rho N}} = \sqrt[3]{\frac{N \mu}{N_A \rho N}} = \sqrt[3]{\frac{\mu}{\rho N_A}}$$

Temperatura

Temperatura – zattiń ısıtılǵanlıq dárejesin kórsetiwshi fizikalıq shama hám makroskopik sistemanıń termodinamikalıq teń salmaqlılıq halatın xarakterleydi.

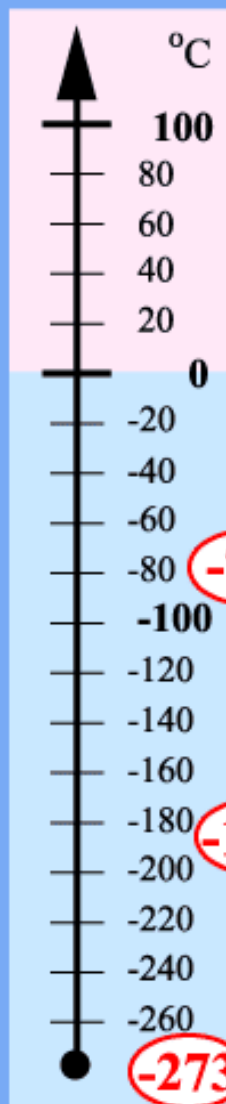
Termodinamikalıq temperatura shkalası bir *tayanış* noqat penen anıqlanadı – bul suwdıń gaz, suyıqlıq hám qattı fazalıq halatı menen baylanıslı kritikalıq noqatı esaplanadı. Termodinamikalıq temperatura shkalasına bul noqat ***273,16 K*** ge teń.

1 Kel'vin suwdıń kritikalıq noqatı termodinamikalıq temperaturasınıń $1/273,16$ bólimine teń.

Tábiyatta absolyut nolden tómén temperatura bolmaydı !

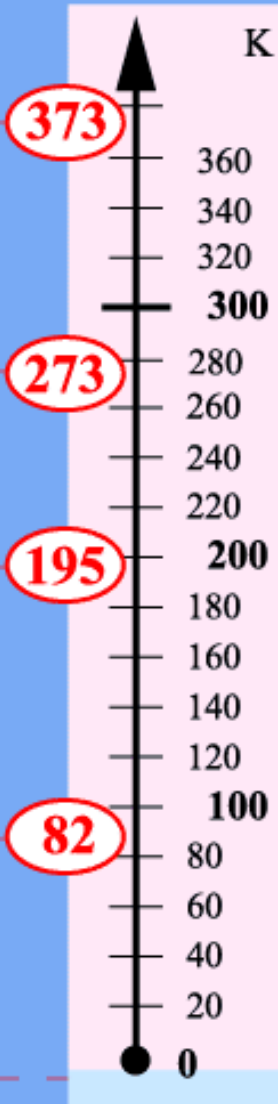
Selciy shkalası

$$t = T - 273$$



Termodinamikalıq shkala

$$T = t + 273$$



Suwdıń qaynawı



Muzdıń eriwi



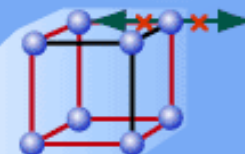
Qurǵaq muz



Suyıq hawa



Absolyut nol



Avogadro nızamı

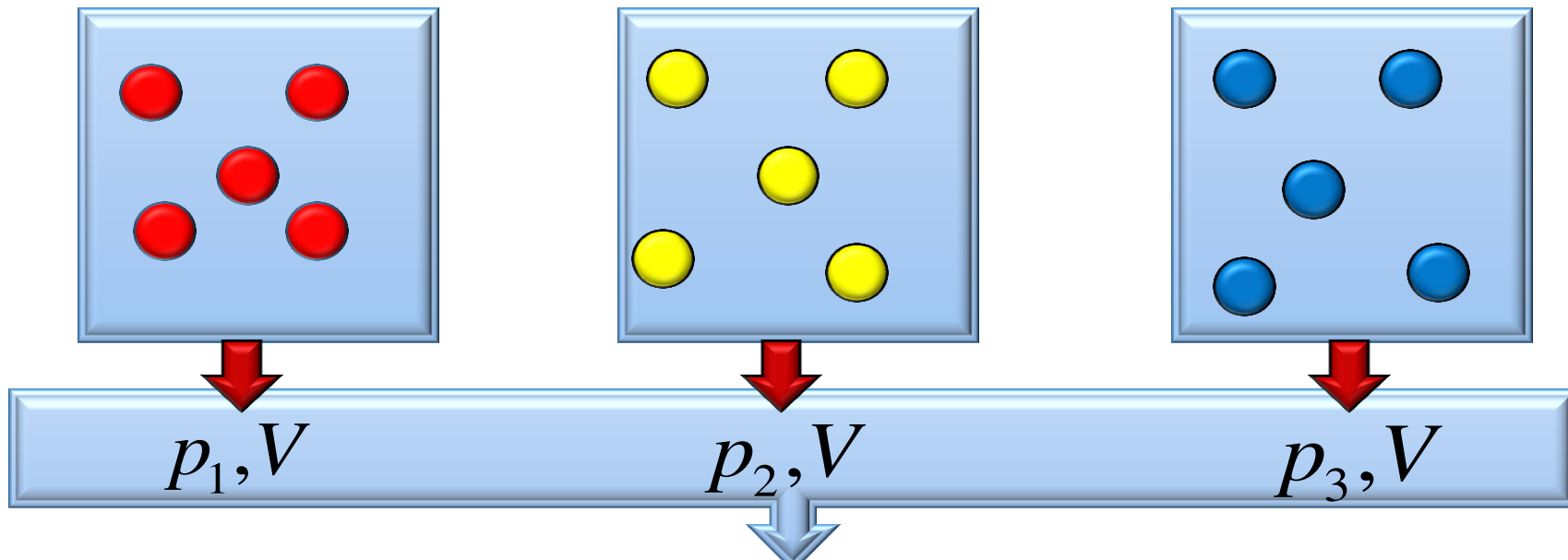
Qálegen gazdın 1 moli, temperatura hám basım birdey bolǵanda, birdey kólemge iye boladı.

Normal sharayatlardaǵı

$(T_o = 273,15K = 0^{\circ}C, p_o = 101325 Pa.)$ kólem tómendegige teń boladı:

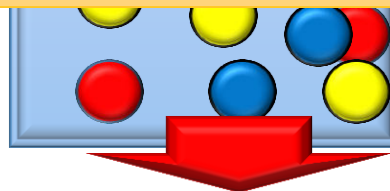
$$V_{\mu} = 22,41 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{mol}$$

Dalton nızamı



Dalton nızamı:

İdeal gazlar aralaspası basımı aralaspası qurawshı gazlardıń jeke basımları jıındısına teń.



$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

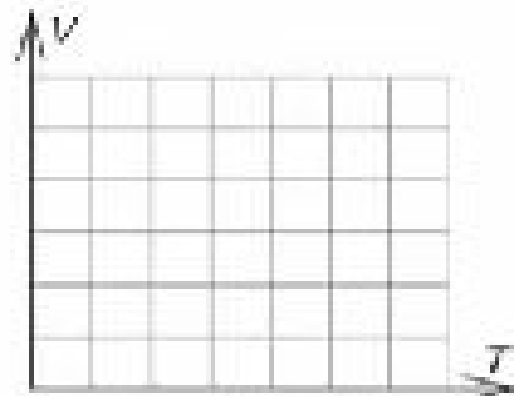
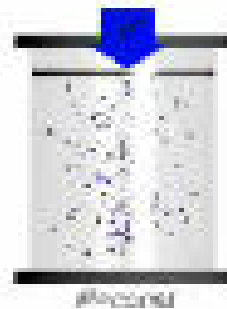
Izobaraliq proces

Izobaraliq proces – bul P basım turaqlı bolǵanda termodinamikalıq sistemaniń ózgeriw procesi

Gey-Lyussak nızamı:

Berilgen massalı gaz kólemi, basım turaqlı bolǵanda, temperaturaǵa baylanıslı túrde tuwrı sıziq boyınsha ózgeredi:

$$V = V_0(1 + \alpha t)$$



V_0 — $t = 0^\circ\text{C}$ daǵı kólem

$$\alpha = \frac{1}{273} K^{-1}$$

Izoxoralıq proces

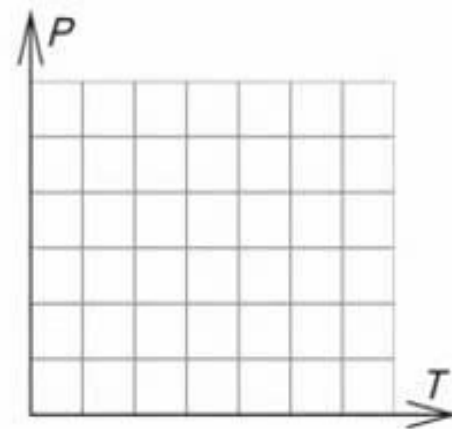
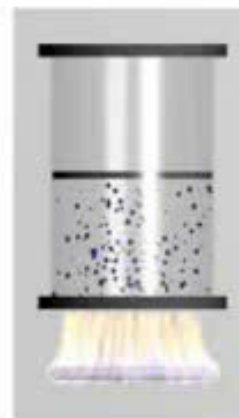
Izoxoralıq proces – V kólem turaqlı bolǵanda termodinamikalıq sistema halatınıń ózgeriw procesi.

Sharl' nızamı:

Kólem turaqlı bolǵanda gazdıń berilgen m massası ushın basımınıń temperaturaǵa qatnası turaqlı shama

$$\frac{p}{T} = \text{const}$$

Berilgen massalı gaz basımı, onıń kólemi turaqlı bolǵanda, temperaturaǵa baylanıslı túrde tuwrı sızıq boyınsha ózgeredi:



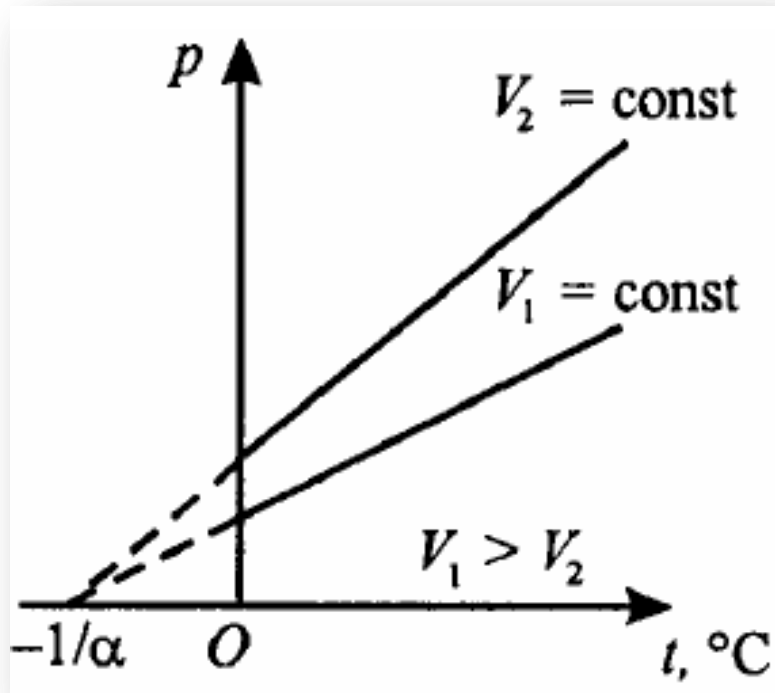
P_0 — $t = 0^\circ\text{C}$ daǵı basım

$$\alpha = \frac{1}{273} K^{-1}$$

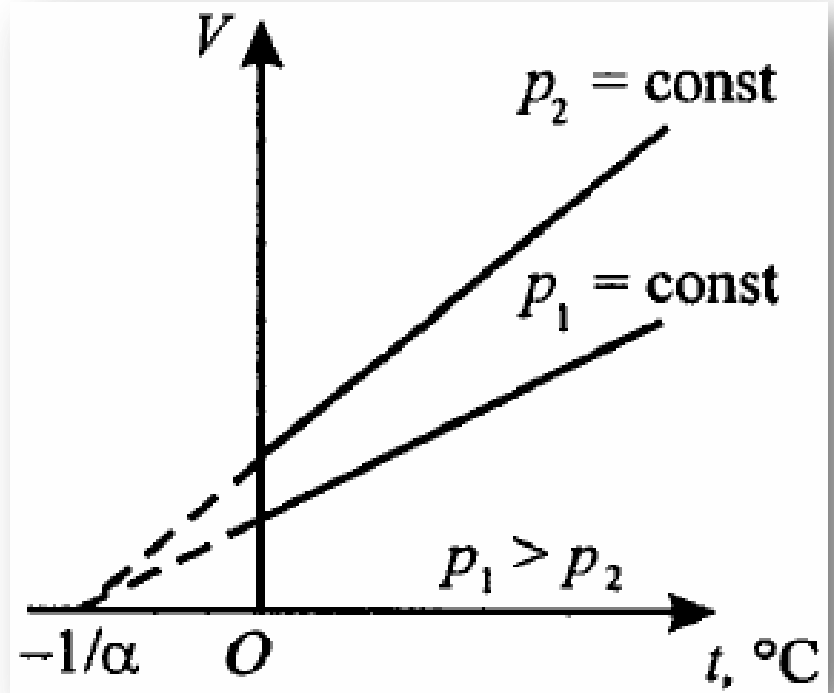
$$p = p_0(1 + \alpha t)$$

IZOXORA

$$p = p_0(1 + \alpha t) = p_0 \alpha T$$

**IZOBARA**

$$V = V_0(1 + \alpha t) = V_0 \alpha T$$



Izobaralar h m izoxoralar temperatura k sherin t mendegi no atta kesip  tedi

$$t = -\frac{1}{\alpha} = -273^{\circ}\text{C}$$

Egerde sanaq basın sol no atqa k shirsek Kel'vin shkalasına  temiz:

$$T = t + \frac{1}{\alpha}$$

Ideal gaz

Ideal gazdın fizikalıq modeli:

1. Gaz molekularınıń jeke kólemi gaz iyelegen ıdıs kólemine salıstırǵanda júdá kishi;
2. Gaz molekuları arasında ózara tásir kúshleri joq;
3. Gaz molekularınıń ózara hám ıdıs diywalları menen soqlıǵısıwları avsolyut elastik.

Ideal gazdın hal teńlemesi

Ideal gaz nızamlarına tiykarlanıp málím massalı gaz halatı onıń úsh termodinamikalıq parametrleri menen belgilenedi:

P – basım, V - kólem hám T – temperatura.

Bul parametrler bir-biri menen *hal teńlemesi* dep atalatuǵın anıq baylanısqa iye:

$$f(P, V, T) = 0$$

Termodinamikalıq teń salmaqlılıq

Bir neshe denelerden quralǵan sistema ıqtıyarsız termodinamikalıq teń salmaqlılıqqa umtıladı, bul halatta sistema deneleri temperaturaları teńlesedi, basım hám kólem turaqlı qaladı.

Úshinshi sistema menen ıssılıq teń salmaqlılıqta bolǵan eki sistema bir – biri menen ıssılıq teń salmaqlılıqta boladı (Termodinamikanıń nolinshi nızamı).

Berilgen gaz massası ushın tómendegi ańlatpa orınlı boladı:

$$\frac{pV}{T} = \text{const}$$

yaki

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

- Klayperon
teńlemesi

Normal sharayatlarda ideal gazdıń bir molı ushın

$$\frac{p_0 V_m}{T_0} = \frac{1,013 \times 10^5 \times 22,4 \times 10^{-3}}{273} = 8,31 \frac{J}{\text{mol} \times \text{grad}}$$

$$R = 8,31 \frac{J}{\text{mol} \times \text{grad}}$$

- universal gaz turaqlısı

$$\frac{p_0 V_m}{T_0} = R \quad \Rightarrow \quad \frac{p V_m}{T} \nu = R \nu \quad \text{esapqa alsaq} \quad V_m \nu = V$$

iyе
bolamız

$$\frac{PV}{T} = \nu R \quad \text{yoki} \quad PV = \nu RT$$

- Mendeleev-Klayperon
teńlemesi

$$\nu = \frac{N}{N_A}$$

zat
muğdarı

$$n = \frac{N}{V}$$

- koncentrasiya

$$k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \times 10^{-23} \frac{J}{grad}$$

- Bolcman turaqlısı

$$p = nkT$$

Mendeleev-Klayperon teñlemesi

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

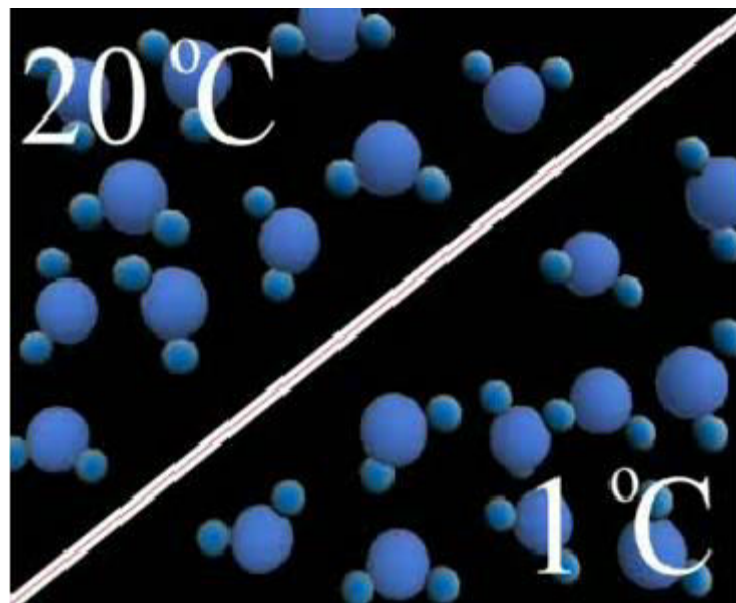
Berilgen temperaturada ideal gazdıń basımı molekulalar koncentraciyasına tuwrı proporcional.

Temperatura – molekular hářeketiniń kinetikalıq energiyası ólshemi.

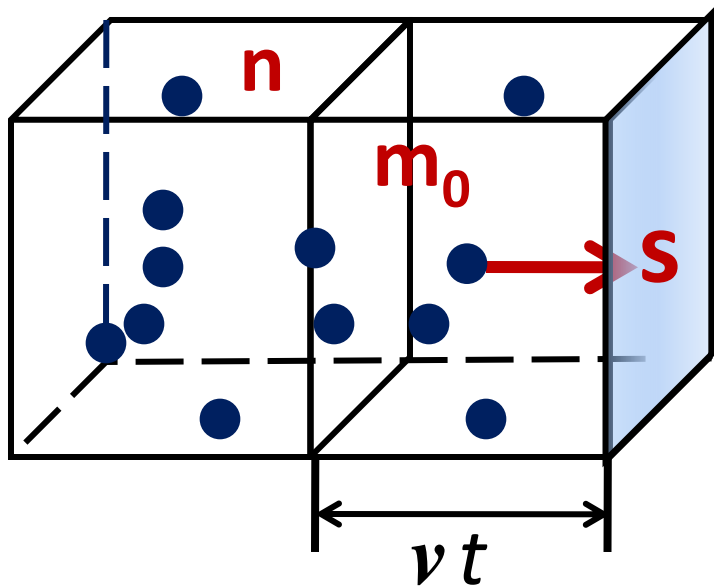
Gaz molekuları tártipsiz hářeketiniń ortasha kinetikalıq energiyası absolyut temperaturaǵa tuwrı proporcional.

$$p = nkT \rightarrow p = \frac{2}{3} n \bar{E}$$
$$\bar{E} = \frac{3}{2} kT$$

bul bolsa, absolyut temperaturaǵa erisiw múmkin emesligin kórsetedi!







Gazlar molekulyar – kinetikalıq teoriyasınıń tiykargı teńlemesi

Molekulalardıń ıdıs diywalına urılıwları nátiyjesinde S ıdısıń diywalına beriletuǵın gaz basımın anıqlaymız.

Molekulalardıń ortasha kvadratlıq tezligi



m – gaz massası

N – molekular sanı

V – ıdıs kólemi

, n – molekular koncentraciyası

m_0 – bir molekula massası

ρ – gaz tıǵızlıǵı

Z – ıdıs diywalına molekularadıń urılıwlar sanı

m_0 massalı bir molekulaniń diywalǵa urılıwında onıń impulsiniń ózgeriwi

t waqıtta S maydangá / aralıқтаǵı molekulalar jetip baradı

Ajratılǵan kólem

Ajratılǵan kólemdegi molekulalar sanı

Bir diywalǵa urılıwlar sanı Z ajratılǵan kólemdegi molekulalardıń $1/6$ bólimine teń

Ft kúsh impulsı molekula impulsiniń ózgeriwine teń

MKT nıń tiykarǵı teńlemesi

Gaz basımı

$$2m_0\bar{v}$$

$$l = \bar{v}t$$

$$V = l \cdot S = \bar{v}tS$$

$$N = n \cdot V = n\bar{v}tS$$

$$Z = \frac{1}{6}N = \frac{1}{6}n\bar{v}tS$$

$$Ft = \Delta p = \Delta m v$$

$$Ft = \frac{1}{3}nm_0\bar{v}^2ts$$

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

$$P = \frac{F}{S} = \frac{1}{3}nm_0\bar{v}^2$$

MKT tiykargı teńlemesiniń basqa kórinisleri

$$P = \frac{1}{3} n m_0 \bar{v}^2 = \frac{1}{3} \frac{N}{V} m_0 \bar{v}^2 = \frac{1}{3} \frac{m}{V} \bar{v}^2 = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2$$

Molekula háreketi ortasha kinetikalıq energiyasın esapqa alǵanda

$$\frac{m_0 \bar{v}^2}{2} = \bar{E}$$



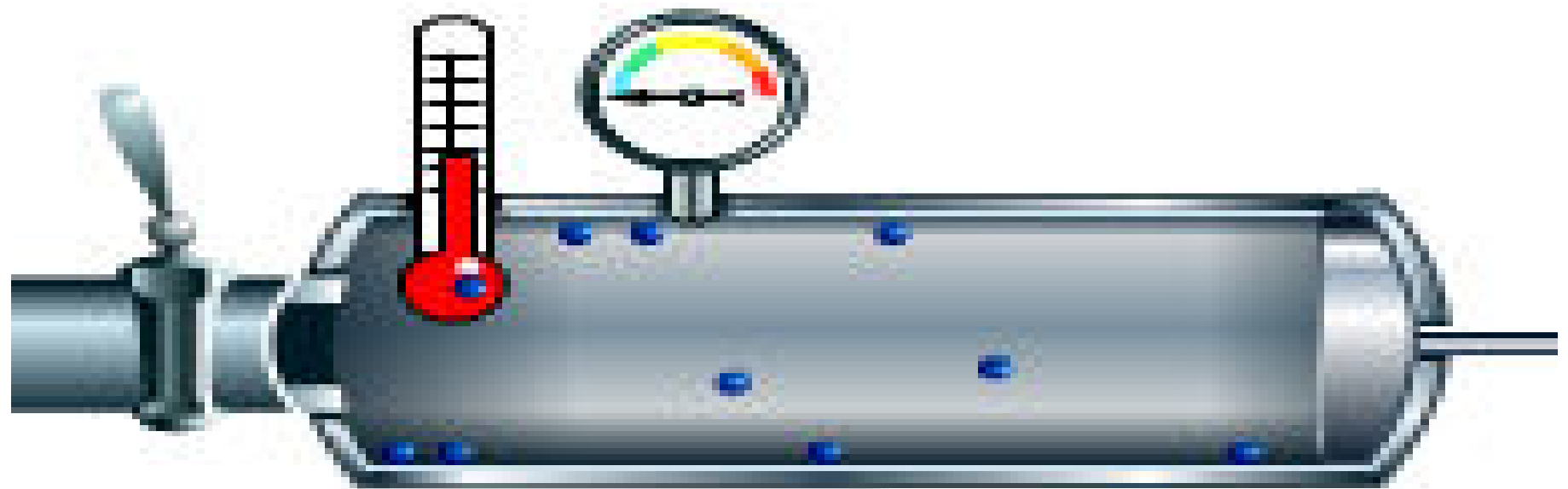
$$P = \frac{2}{3} n \bar{E}$$

$$pV = \frac{1}{3} N m_0 \langle v_{kv} \rangle^2$$

$$pV = \frac{1}{3} N 2 \frac{m_0 \langle v_{kv} \rangle^2}{2} = \frac{2}{3} E$$

$$pV = \frac{1}{3} m \langle v_{kv} \rangle^2$$

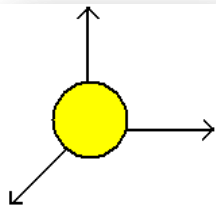
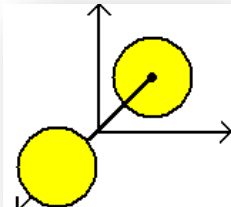
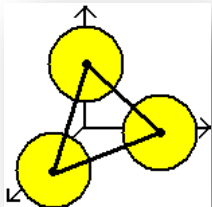
$$pV = \frac{1}{3} \mu \langle v_{kv} \rangle^2$$



Ideal gaz molekulları ushın erkinlik dárejesi sanı

Erkinlik dárejesi sanı – bul keńisliktegi sistemaniń halatın tolıq anıqlaytuǵın bir-birine baylanıslı bolmaǵan ózgeriwshiler sanı.

$$i = i_{ilg} + i_{ayl} + 2i_{tebr}$$

Erkinlik dárejesi sanı	Bir atomlı gaz	Eki atomlı gaz	Úsh atomlı gaz
			
Ilgerilemeli háreket	3	3	3
Aylanbalı háreket	-	2	3
Ulıwma	3	5	6

Erkinlik dárejesi boyınsha energiyanıń birtegis bólistiriliwi – Bolcman nızamı

Absolyut qattı dene 6 erkinlik dárejesine iye boladı. Molekulanıń erkinlik dárejesi neshe bolıwına qaramay, onıń úshewi ilgerilemeli háreketke tiyisli. Ilgerilemeli háreket erkinlik dárejelerinen hesh qaysısı bir-birinen ústin bolmaǵanlıǵı ushın, olardıń hár birine birdey muǵdarda energiya tuwrı keledi.

Molekulanıń kinetikalıq energiyası $\frac{3}{2} \kappa T$ bolǵanlıǵı ushın, hár bir erkinlik dárejesine $\frac{1}{2} \kappa T$ ilgerilemeli háreket energiyası tuwrı keledi.

Molekulanıń ortasha energiyası



$$\langle E \rangle = \frac{i}{2} kT$$

i - molekulanıń ilgerilemeli, aylanbalı hám terbelmeli háreketleriniń erkinlik dárejeleri sanı

$$i = i_{ilg} + i_{ayl} + 2i_{tebr}$$

Ideal gaz molekulalariniń tezlik boyınsha bólistiriliwiniń Maksvell nızamı

Teń salmaqlılıq halatta bolǵan úlken muǵdardaǵı N birdey molekulalar kompleksi berilgen bolsın. Oylayıq, molekulanı xarakterlewshi qanday x shama bir qatar:

x_1, x_2, \dots, x_i diskret mánislerdi qabıl etsin. Egerde barlıq N molekulalardıń x shamaların ólshew múmkin bolǵanda, N_1 molekulalar x_1 mániske, N_2 - x_2 mániske, N_i bolsa - x_i mániske iye boladı.

$$\underbrace{x_1, x_1, x_1, \dots}_{N_1} \underbrace{x_2, x_2, x_2, \dots}_{N_2} \underbrace{x_i, x_i, x_i, \dots}_{N_i} \dots$$

$$P_i = \frac{N_i}{N}$$

P_i x shama x_i mániske iye bolıw itimallıgın kórsetedi.


$$\sum P_i = \sum \frac{N_i}{N} = 1$$

Barlıq múmkin bolğan shamalar itimallıqlarınıń jıyındısı birge teń.


$$dP = \frac{dN}{N}$$

x tan $x + dx$ ke shekemgi bolğan intervalda molekulanıń qabıl etiwı múmkin bolğan x shamaları itimallıgı.

x shama boyinsha molekular bólistiriliwiniń funkciyası yaqı itimallığı tıǵızlıǵı $f(x)$ bólistiriliw funkciyası dep ataladı


$$f(x) = \frac{1}{N} \frac{dN}{dx} = \frac{dP}{dx}$$

Bólistiriliw funkciyasınıń fizikalıq mánisi: x_1 den x_2 ge shekemgi tarawda molekula x parametrdiń mánisine iye bolıw itimalı.


$$\int_{x_1}^{x_2} f(x) dx = \int_{x_1}^{x_2} dP = P(x_1 \leq x \leq x_2)$$

$$\int_0^{\infty} f(v) dv = 1$$



Bólistiriliw funkciyasınıń normallaw shárti

Ideal gaz molekulararınıń tezlik boyınsha bólistiriliwiniń Maksvell nızamı

$$f(\nu)$$

Molekulalardıń tezlik boyınsha bólistiriliwi funkciyası - tezligi ν dan $\nu + d\nu$ ge shekemgi bolǵan intervalda molekulalardıń salıstırmalı sanın anıqlaydı.

$$\frac{dN(\nu)}{N} = f(\nu)d\nu$$

$$f(\nu) = 4\pi \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{3/2} \nu^2 \exp\left(-\frac{m_0 \nu^2}{2kT} \right)$$

Maksvell nızamı

$$\int_0^{\infty} f(\nu)d\nu = 1$$

Funkciyanıń normallaw shárti

Soraw: Maksvell funkciyası tezliktiń qanday mánisinde maksimumǵa erisedi?

$$f(v) = 4\pi \left[\frac{m_0}{2\pi kT} \right]^{3/2} v^2 e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}$$

$$\frac{df(v)}{dv} = \frac{d}{dv} \left(4\pi \left[\frac{m_0}{2\pi kT} \right]^{3/2} v^2 e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}} \right) =$$

$$4\pi \left[\frac{m_0}{2\pi kT} \right]^{3/2} \frac{d}{dv} \left(v^2 e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}} \right) =$$

$$\underbrace{4\pi \left[\frac{m_0}{2\pi kT} \right]^{3/2}}_{\text{hár dayım} \neq 0} \left(\underbrace{2v e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}} - \frac{m_0 v^3}{kT} e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}}}_{\text{Nolge teńlestiremiz}} \right) = 0$$

hár dayım $\neq 0$

Nolge teńlestiremiz

$$2v \left(1 - \frac{m_0 v^2}{2kT} \right) e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}} = 0$$

Nolge tómendegi halatlarda teń boladı:

1) $v = 0$, 2) $v = \infty$, bunda: $e^{-\frac{m_0 v^2}{2kT}} = 0$

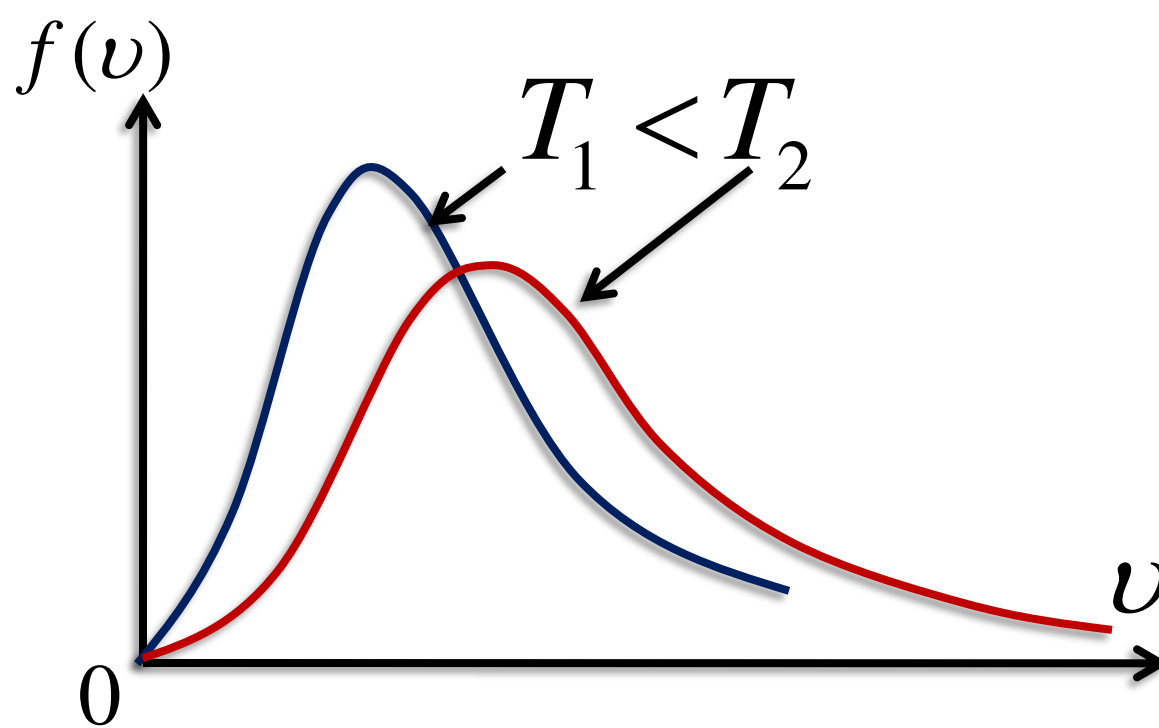
3) $\left(1 - \frac{m_0 v^2}{2kT} \right) = 0 \Rightarrow v_{eht} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$

Ortasha tezlikti tómendegi ańlatpa arqalı tabıladı:

$$\langle v \rangle = \frac{1}{N} \int_0^{\infty} v \cdot dN(v) = \int_0^{\infty} v \cdot f(v) dv$$

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}}$$

- ortasha tezlik



İdeal gaz molekullarının bólistiriliw funkciyası maksimal mániske iye bolatuğın tezligi itimallığı úlken bolğan *tezlik* dep ataladı.

Temperatura asqanda bólistiriliw funkciyası maksimumı ońğa jılıydı, biraq bul halda iymek sızıq astındağı maydan muğdarı ózgermeydi.

Gaz molekullarınıń ortasha tezligi (ortasha arifmetikalıq tezligi)

İdeal gaz molekullarınıń ortasha kvadratlıq tezligi

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

$$\langle v \rangle = \frac{1}{N} \int_0^{\infty} v dN(v) = \int_0^{\infty} v f(v) dv = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}}$$

Gaz halatın belgilewshi tezlikler

Itimallığı úlken bolğan tezlik	Ortasha tezlik	Ortasha kvadratlıq tezlik
$v_{eht} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$	$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}} = 1,13v_{eht}$	$\langle v_{kv} \rangle = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} = 1,22v_{eht}$
$v_{eht} = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$	$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} = 1,13v_{eht}$	$\langle v_{kv} \rangle = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = 1,22v_{eht}$

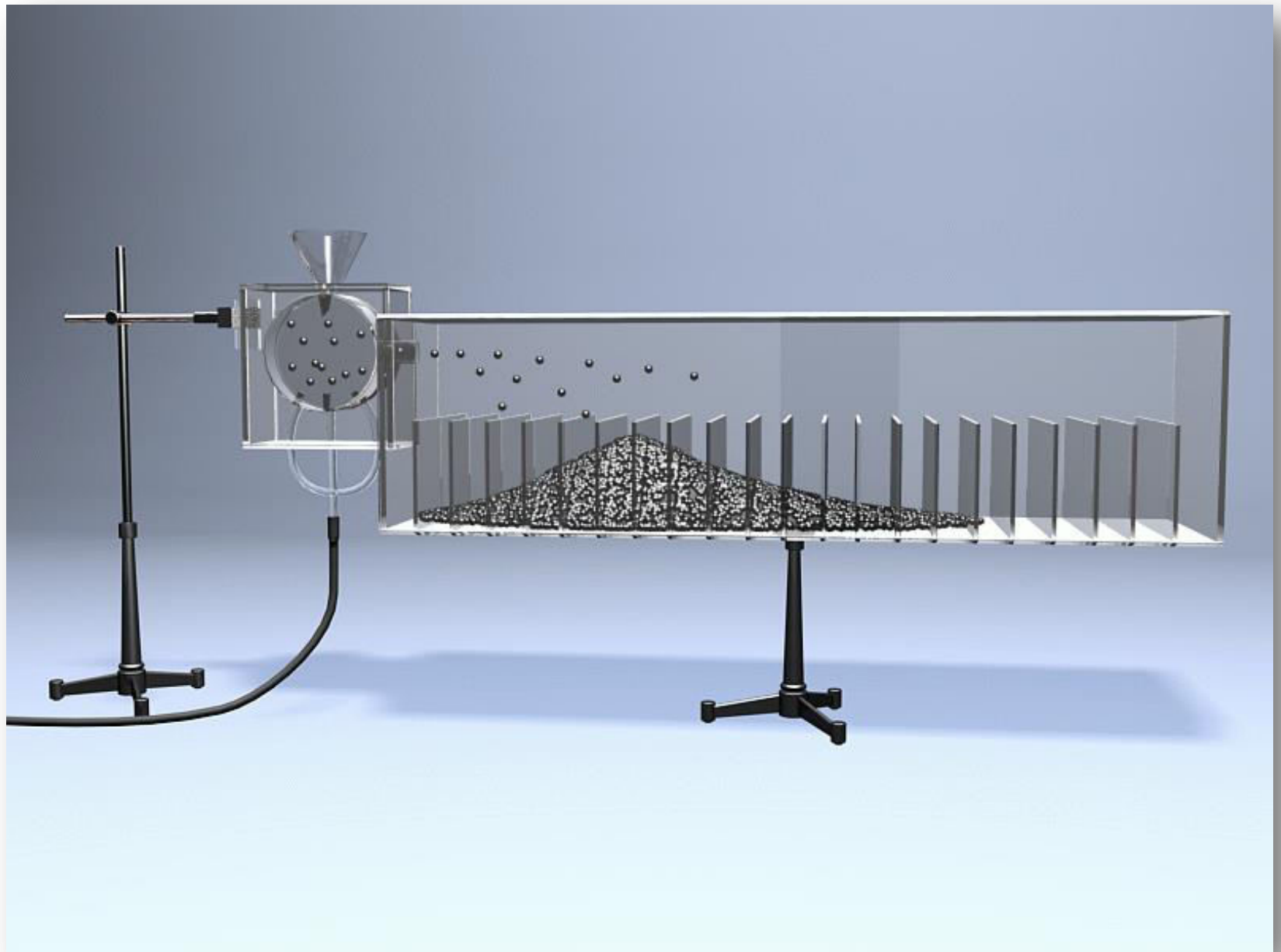
Ideal gazdın bir molekulası ilgerilemeli háreketiniń ortasha kinetikalıq energiyası:

$$\langle \varepsilon_0 \rangle = \frac{E}{N} = \frac{m_0 \langle v_{\text{кб}} \rangle^2}{2} = \frac{3}{2} kT$$

**Temperaturanıń molekulyar – kinetikalıq talqılanıwı:
Termodinamikalıq temperatura – gaz molekulası ilgerilemeli háreketi ortasha kinetikalıq energiyasınıń ólshemi.**

Maksvell bólistiriliwi nızamın tájiriybede tekseriw





0°C temperaturada ayırım gaz molekularınıñ tezligi

Gaz	m/s
Uglegkisliý gaz (CO2)	360
Kislorod	425
Azot	450
Suw puwı	570
Geliy	1200
Vodorod	1700

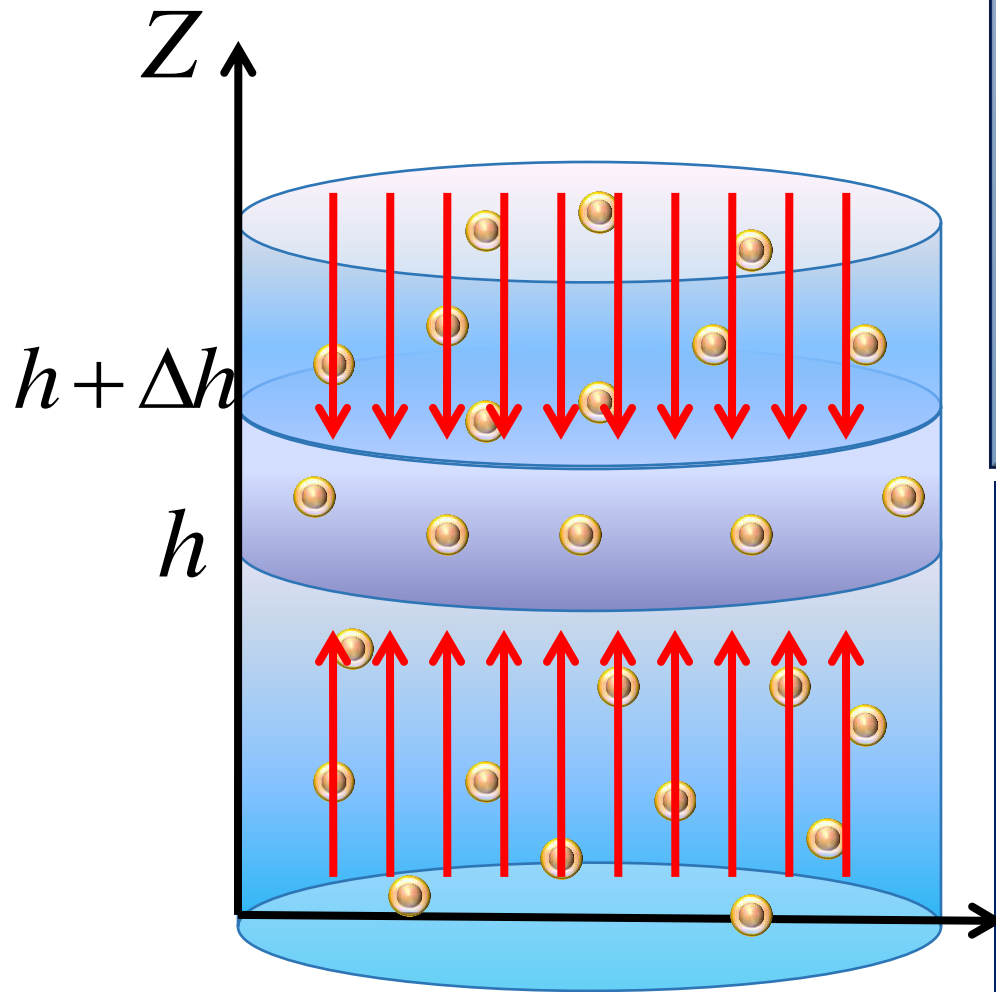
Potencial kúshler tásirinde gaz molekulalarınıń bólistiriliwi

Sırtqı maydanlar joqlıǵında ıdıs kólemi boyınsha gaz bir tegis bólistiriledi: ıdıs ishindegi qálegen teń makroskopik kólemlerde ortasha birdey muǵdarda molekulalar boladı.

Biraq molekulalarǵa awırlıq kúshi maydanı tásir etkende bólistiriliw qanday boladı?

Qálegen gaz molekulaları Jerdiń, tartılısıw qásiyetine iye bolǵan, potencial maydanı tásirinde boladı. Bir tárepten gravitaciyalıq tartılısıw hám ekinshi tárepten molekulalardıń ıssılıq háreketi qazdıń qanday stacionar halatqa, yaǵnıy basımınıń biyiklik boyınsha kemeyiwine alıp keledi.

Barometrik aňlatpa



Barlıq molekulalar massaların birdeý, hawa temperaturasın turaqlı, tartılısıw maydanın bir tekli, dep esaplaymız. Egerde h biyiklikte atmosfera basımı P ğa teń bolsa, $h + dh$ biyiklikte bolsa basım $P + \Delta P$ ğa teń. $dh > 0$ bolǵanda, basım $dP < 0$ ge teń boladı.

S – gaz baǵanası ultanınıń maydanı,
 h – gaz baǵanası biyikligi,
 Δh – ajratılǵan gaz qatlamı qalıńlıǵı,
 Δh qalıńlıq shegarasına gaz tıǵızlıǵın $\rho = \text{const}$ dep esaplaymız.

Ajratılğan gaz qatlamınıń mexanikalıq teń salmaqlılıq shárti

$$P(h)S - P(h + \Delta h)S - \rho g \Delta h S = 0$$

$h + \Delta h$ biyikliktegi basımdı sonday ańlatıw múmkin

$$P(h + \Delta h) = P(h) + \Delta P$$

Ol halda teń salmaqlılıq shárti sonday kóriniske iye boladı:

$$\Delta P = -\rho g \Delta h$$

Klayperon – Mendeleev teńlemesinen m qálegen gaz massası ushın:

$$PV = \frac{mRT}{\mu}$$

Bul jerden gaz tıǵızlıǵı

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\mu P}{RT}$$

$$\lim_{\Delta h \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta h} = \frac{dP}{dh} \qquad \frac{dP}{dh} = -\frac{\mu g P}{RT}$$

g hám T turaqlı shamalar ushın teńlemenıń sheshimi tómendegi kóriniske iye boladı

$$P(h) = C e^{-\frac{\mu g h}{RT}} = C \exp\left(-\frac{\mu g h}{RT}\right)$$

C turaqlı shamalıń mánisi tómendegi shártlerden anıqlanadı:

Molyar massanı esapqa alsaq $P(h) = P_0 e^{-\frac{\mu g h}{RT}} = P_0 \exp\left(-\frac{\mu g h}{RT}\right)$

$$\mu = m_0 N_A$$



$$P(h) = P_0 \exp\left(-\frac{m_0 g h}{kT}\right)$$

BAROMETRIK AÑLATPA

$$P - (P + dP) = \rho g dh$$

$$dP = -\rho g dh$$

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{P\mu}{RT}$$

$$dP = -\rho g dh = -\frac{\mu g}{RT} P dh \quad \text{- differencial teńlemeni sheshemiz}$$

$$\frac{dP}{P} = -\frac{\mu g}{RT} dh \Rightarrow \int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P} = -\frac{\mu g}{RT} \int_{h_1}^{h_2} dh$$

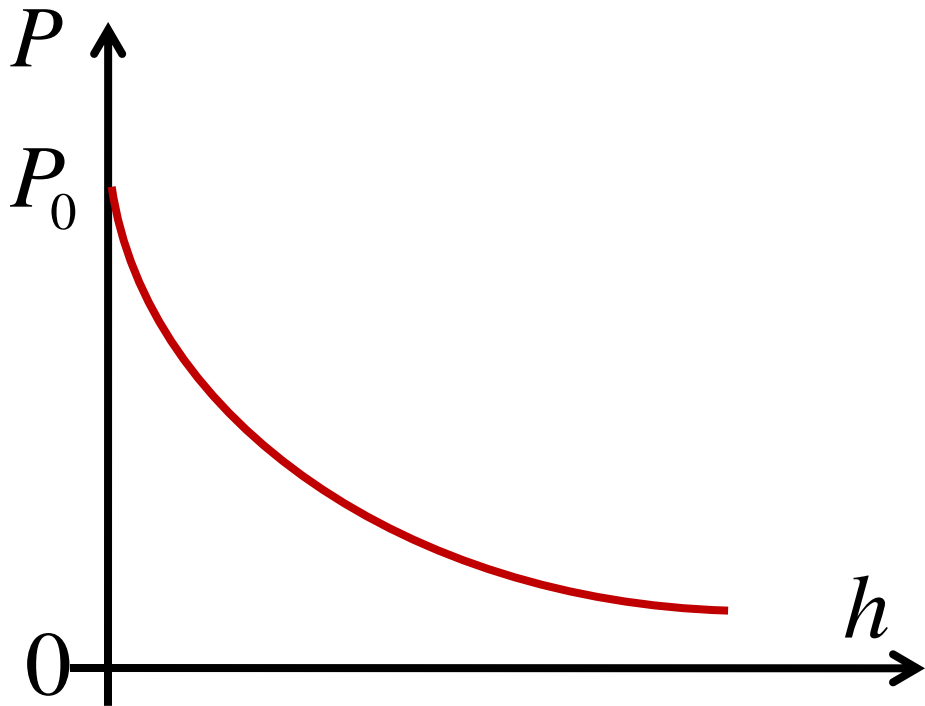
$$\ln \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\mu g}{RT} (h_2 - h_1) \Rightarrow$$

$$P_2 = P_1 \exp \left[-\frac{\mu g}{RT} (h_2 - h_1) \right]$$

- Barometrik ańlatpa

$h_1=0$ – teńiz qáddinen

$$P = P_0 \exp \left[-\frac{\mu gh}{RT} \right]$$



Bir tárepten gravitaciyalıq tartılısıw hám ekinshi tárepten molekulalardıń ıssılıq háreketi gazdıń qanday stacionar halatqa, yaǵnıy basımnıń biyiklik boyınsha kemeyiwine alıp keledi hám tómendegi barometrik ańlatpa arqalı anıqlanadı

$$P = nkT$$
$$\mu = m_0 N_A$$

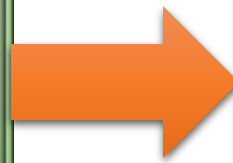
$$P(h) = P_0 \exp\left(-\frac{m_0 gh}{kT}\right)$$

Awırlıq kúshi maydanı tásirinde molekulalardıń biyiklik boyınsha bólistiriliwi

$$n(h) = n_0 \exp\left(-\frac{m_0 gh}{kT}\right)$$

Bólekshelerge awırlıq kúshi ornına basqa kúshler, yaǵnıy oraydan qashıwshı yaqı elektrostatalıq kúshler tásir etiwı múmkin. Bul halda bólistiriliw funkciyası tómendegi kóriniske iye boladı:

$$n(h) = n_0 \exp\left(-\frac{Ep}{kT}\right)$$



**Bolcman
bólistiriliwi**

Bolcman bólistiriliwi – potencial energiyaǵa baylanıslı bolǵan, bóleksheler koncentraciyasınıń keńisliktegi teń salmaqlılıq bólistiriliwin xarakterleydi.

$$\frac{n_1}{n_2} = \exp\left(-\frac{E_{P1} - E_{P2}}{kT}\right)$$

Ep – kúsh maydanınıń
potencial energiyası.

Bolcman bólistiriliwinen, temperatura turaqlı bolǵanda, molekulalardıń potencial energiyaları kishi bolǵan jerde gaz tıǵızlıǵı úlken bolıwı baqlanadı.

Egerde bóleksheler massaları birdey bolıp, tártipsiz ıssılıq háreketinde bolsa, Bolcman bólistiriliwi qálegen sırtqı potencial maydan ushın da orınlı. Bul jerde sırtqı potencial maydan tek tartılısıw kúshi tásirin emes, bálkim basqa kúshler tásirin (elektr, magnit hám basqa potencial maydanlardı) inabatqa aladı.

Gaz molekularınıń ortasha soqlıǵısıwlar sanı

n – molekular koncentraciyası

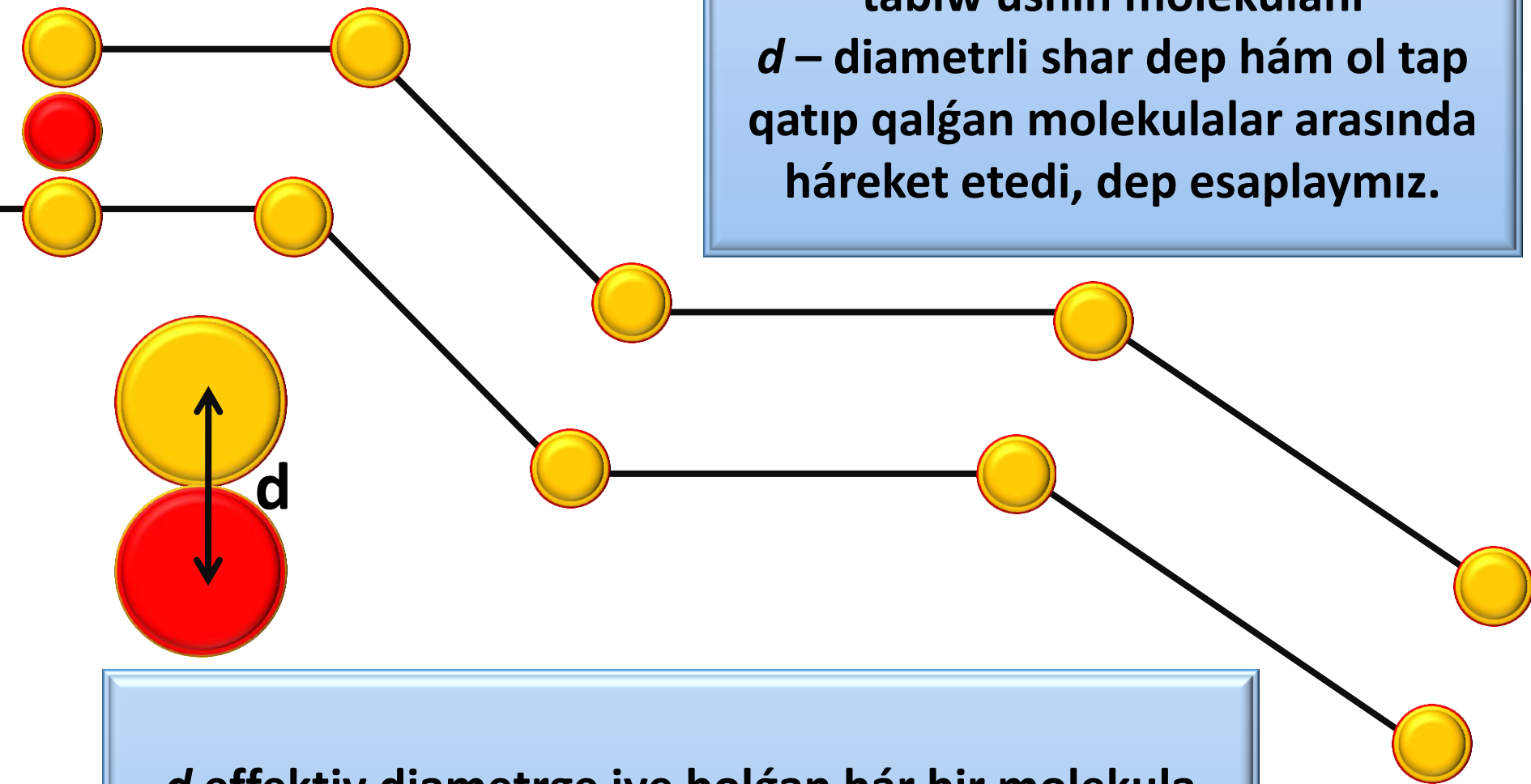
v – molekular tezligi

Radiusı d bolǵan «Sınıq» cilindr ishinde molekular háreket etedi hám bir – biri menen soqlıǵıadı. «Sınıq» cilindr kólemindegi molekular sanı 1 sekund ishindegi ortasha soqlıǵısıwlar sanına teń boladı.

Gaz molekulasınıń ortasha
soqlıǵısıwlar sanı

$$Z = \sqrt{2}\pi d^2 v n$$

Ortasha soqlığıswlar sanı $\langle Z \rangle$ ti
tabıw ushın molekulanı
 d – diametrli shar dep hám ol tap
qatıp qalğan molekulalar arasında
háreket etedi, dep esaplaymız.



d effektiv diametrge iye bolğan hár bir molekula
háreket dawamında basqa molekulalar menen
soqlığısadı hám óz bağıtların ózgertedi.

Gaz molekulasınıń ortasha juwırıw jolı

Gaz molekulları tártipsiz hárekette bolıwı sebepli, bir-biri menen úzliksiz soqlıǵıadı. Molekula eki izbe-iz soqlıǵısıwlar aralıǵında málim joldı basıp ótedi hám bul *erkin juwırıw jolı* dep ataladı.

$$l = \frac{v}{Z} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n}$$

Normal Sharayatlarda gaz molekulları bir sekund dawamında shamalap $\sim 10^9$ márte soqlıǵıadı hám ortasha $\sim 1 \text{ mm}$ jol basadı.

PAYDALANÍLGAN ÁDEBIYATLAR

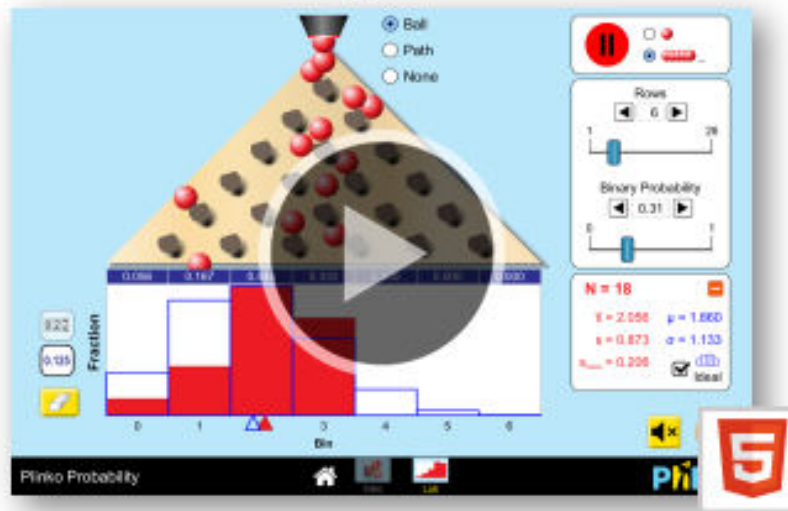
1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. “Aloqachi nashriyoti”. 2018 y. O‘zR OO‘MTV 2017.24.08 dagi “603”-sonli buyrug‘i.
2. B.A.Ibragimov, G.Q.Atajanova. “FIZIKA”. Oqiwliq. Tashkent. 2018 j.
3. Q.P.Abduraxmanov, O‘.Egamov. “FIZIKA”. Darslik. Toshkent. O‘quv-ta‘lim metodika” bosmaxonasi. 2015 y. O‘zROO‘MTV 2009.26.02. dagi “51”-sonli buyrug‘i.
4. Douglas C. Giancoli. Physics. Principles with Applicathions. 2004 USA ISBN-13 978-0-321-62592-2.
5. Physics for Scientists and Engineers, Raymond A. Serway, John W. Jewett. 9th Edition, 2012.
6. “Umumiy Fizika fani bo‘yicha taqdimot multimediali ma‘ruzalar to‘plami”. Elektron o‘quv qo‘llanma. Toshkent. 2012 y. O‘zR OO‘MTV 2012.15.08 dagi “332/1”-sonli buyrug‘i.
7. “Fizika-1 kursi bo‘yicha taqdimot multimediali ma‘ruzalar to‘plami”. Elektron o‘quv qo‘llanma. Toshkent. 2019 y. O‘zR OO‘MTV 2019.04.10 dagi “892”-sonli buyrug‘i.



PEDAGOGIKALÍQ DÁSTÚRIY QURALLAR

- <https://phet.colorado.edu/en/simulation/plinko-probability>

Plinko Probability



- Probability
- Statistics
- Histograms

DONATE

PhET is supported by

Brain
POP



Scan me