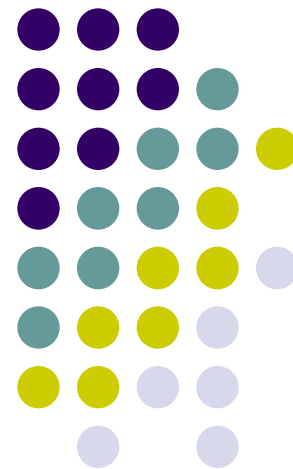


Основи молекулярно-кінетичної теорії газів

*Вчення, що пояснює теплові явища
в залежності від внутрішньої
будови речовини*



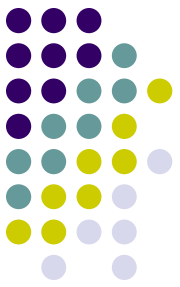
- Що таке матерія?

Все, що нас оточує

- Назвіть форми існування матерії
- Що таке речовина?

Вид матерії, яка характеризується масою та складається з елементарних частинок

- Які бувають речовини?

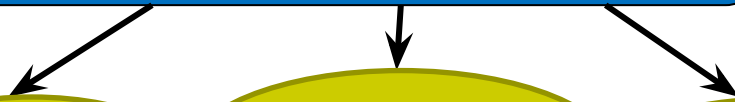


Форми існування матерії



речовина

поле



тверда

рідка

газоподібна

Встановити відповідність:

1. Молекули рухаються з величезними швидкостями.
2. Тіла зберігають форму і об'єм.
3. Атоми коливаються біля положення рівноваги.
4. Відстань між молекулами перевищує розмір молекул.
5. Молекули коливаються, періодично перескакуючи на нове місце.
6. Тіла зберігають форму, але не зберігають об'єм.



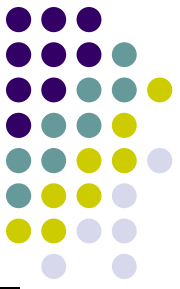
А. Тверді тіла

Б. Рідини

В. Гази

Відповіді: **1-В** **2-А** **3-А** **4-В** **5-Б** **6-Б**

План лекції



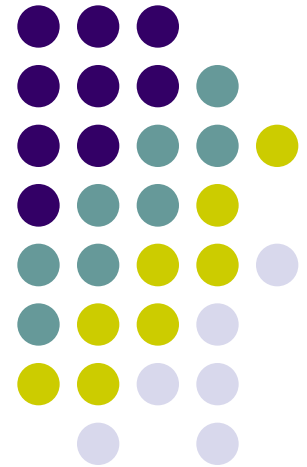
1. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії та їх дослідне обґрунтування.
2. Маса і розміри молекул.
3. Ідеальний газ.
4. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів.

«Мислячий розум не відчуває себе щасливим, поки йому не вдасться зв'язати воєдино розрізнені факти, їм спостережувані».

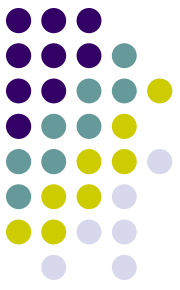


Дьорд де Хевеши

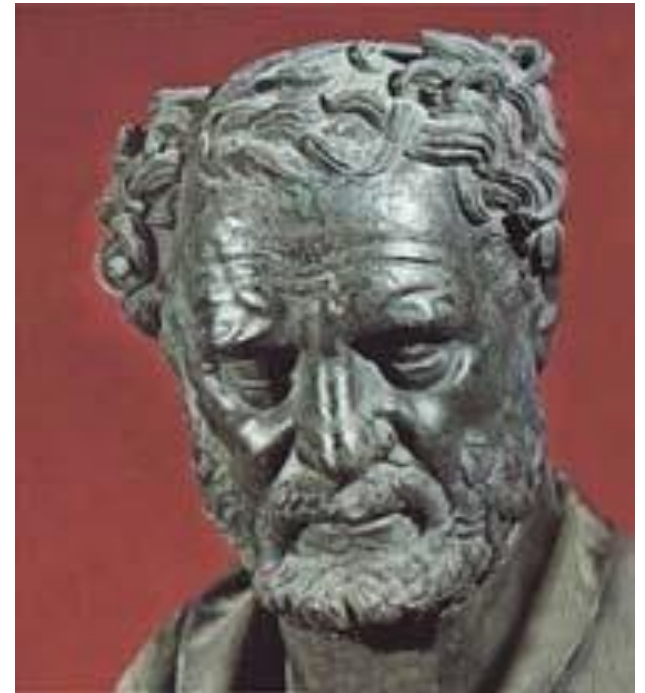
Молекулярно – кінетична теорія є однією з фундаментальних наукових теорій, що затверджує найдавнішу наукову ідею - ідею про дискретність речовини



Слово «атом» було внесено у фізику давньогрецьким ученим Демокритом дві з половиною тисячі років тому, який висунув гіпотезу про існування найдрібніших частинок ще в IV столітті до н.е



«Все складається з частинок ... речі відрізняються один від одного частинками, з яких складаються, їх порядком і розташуванням ...»



Молекулярно-кінетична теорія сформувалася наприкінці дев'ятнадцятого століття



Джон Дальтон ввів
поняття хімічного
елемента (1804)



Джозеф Лошмідт
розрахував масу атомів
(1865)



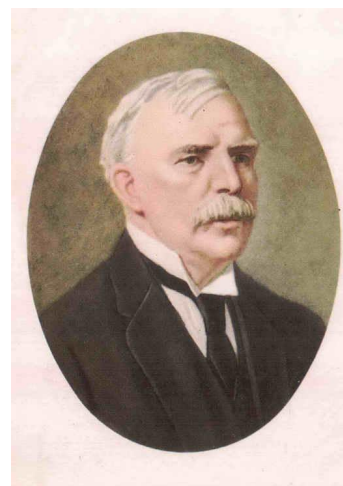
Амедео Авогадро
порахував кількість
частинок



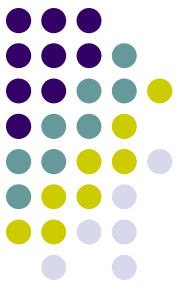
Отто Штерн
виміряв швидкість
молекул (1920)



Д.І. Менделєєв об'єднав всі
атоми в Періодичну систему



Ернест Резерфорд
створив ядерну
модель атома

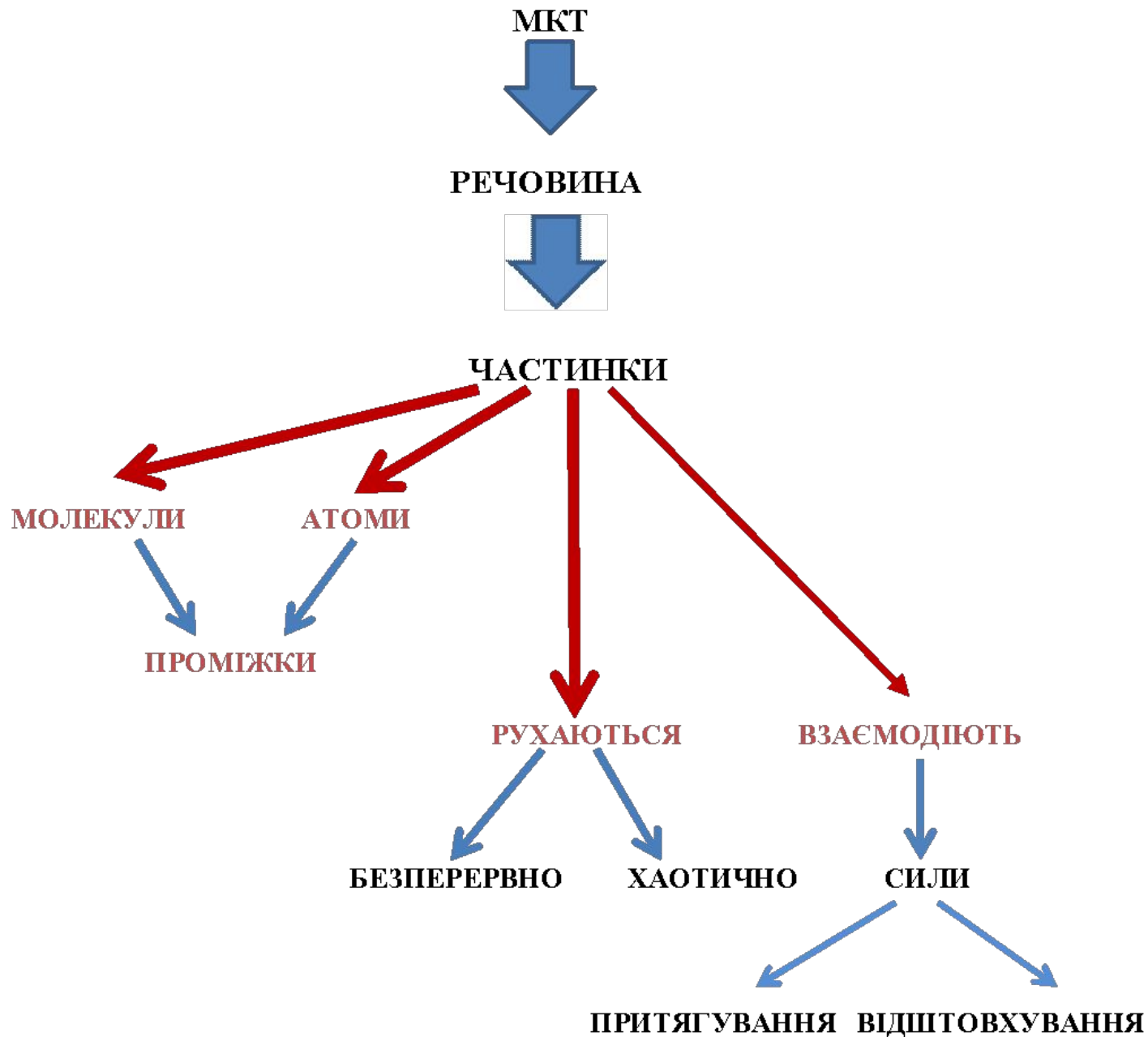


Молекулярна фізика — це розділ фізики, який розглядає властивості тіл як сумарний результат руху та взаємодії величезної кількості молекул, з яких складаються ці тіла. Основою молекулярної фізики є молекулярно-кінетична теорія будови речовини (МКТ).

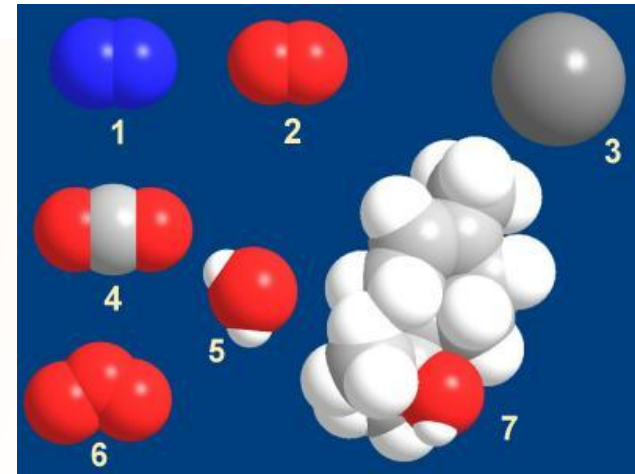
Мета молекулярно-кінетичної теорії — пояснення властивостей макроскопічних тіл і теплових процесів на основі уявлень про те, що всі тіла складаються з окремих частинок, які хаотично рухаються.

Основна задача МКТ — встановити зв'язок між мікроскопічними і макроскопічними параметрами речовини.

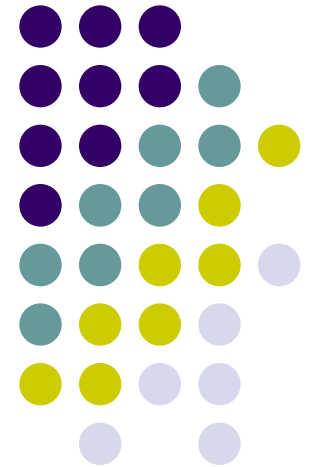
В основі МКТ речовини лежать три основні положення.



1. Будь-яка речовина складається з найдрібніших частинок — молекул чи атомів.



Всі речовини складаються з молекул, розділених проміжками (дискретне будова речовини).

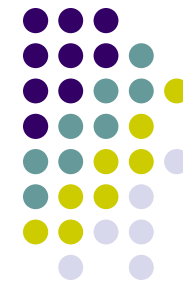


У 1647 р. П'єр Гассенді (франц.) ввів слово «молекула» (molecula, зменшувальне від лат. Moles - маса)

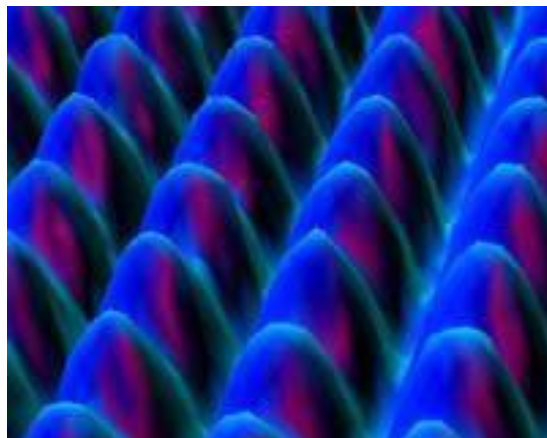
Молекула речовини - дрібна частка, зберігає його хімічні властивості.

Атом в перекладі з грецького означає "неподільний".

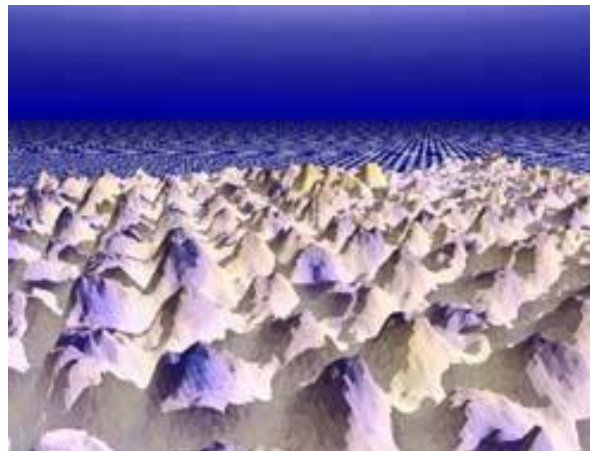
Зображення атомів



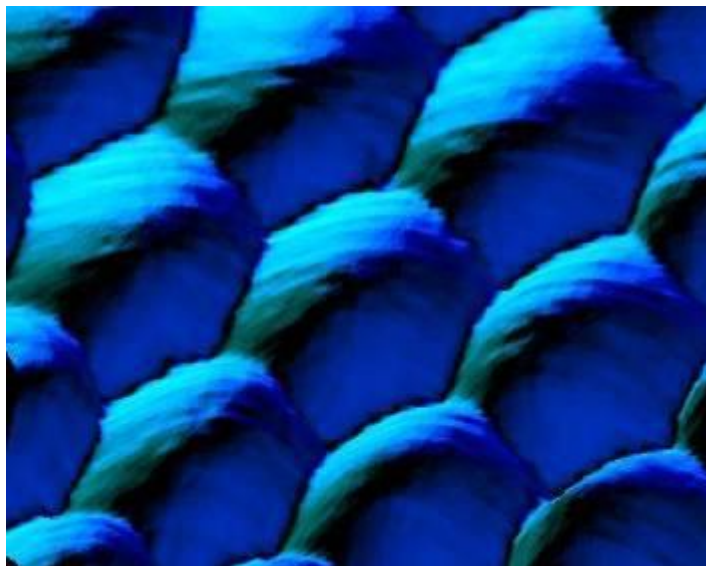
нікель



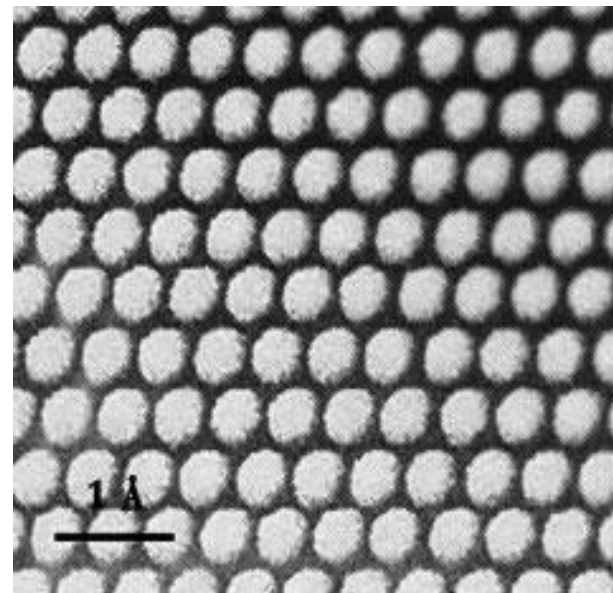
вуглець



платина



ЗОЛОТО



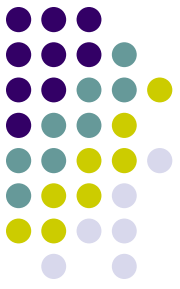
На підставі досліду доведемо існування проміжків між молекулами і атомами.

Дослід № 1

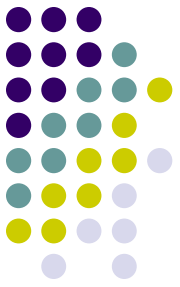
1. У прозору склянку насипаємо горох і вважаємо, що це атоми молекул



2. Щоб довести існування проміжків між молекулами і атомами досипаємо у ту ж склянку невелику кількість манної крупи.

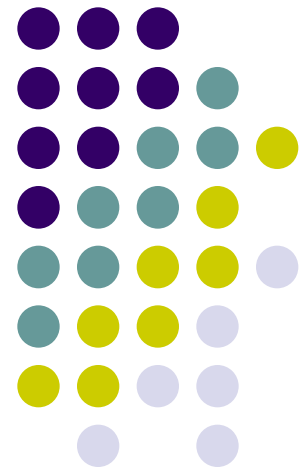


3. Крупа заповнює існуючі проміжки між горошинами, тим самим наочно демонструє наявність проміжків між атомами і молекулами.

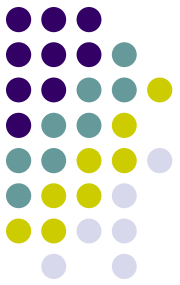


2. Молекули весь час рухаються...

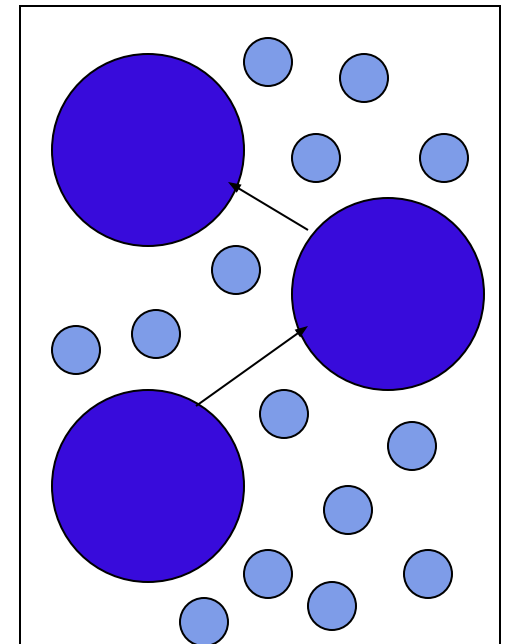
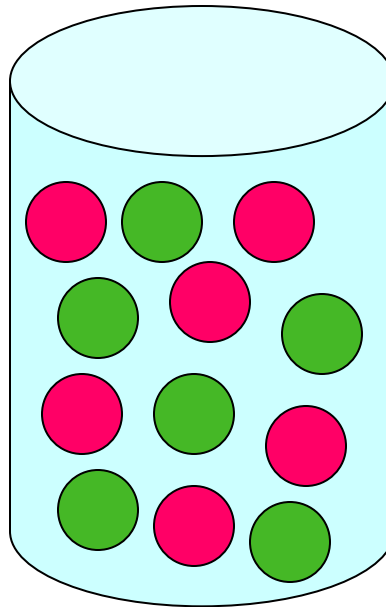
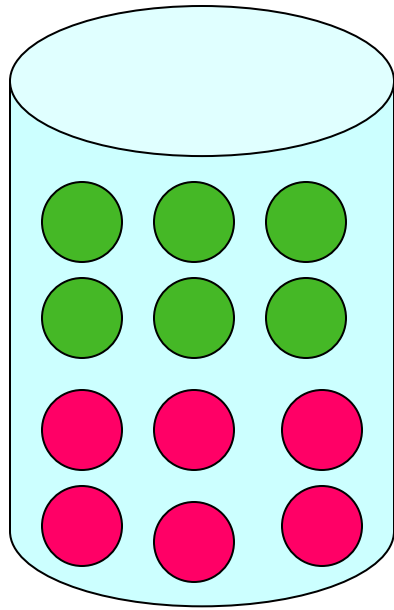
Атоми і молекули перебувають у безперервному хаотичному (тепловому) русі.



Досліди і явища



- Явище дифузії
- Броунівський рух



Дослід 2

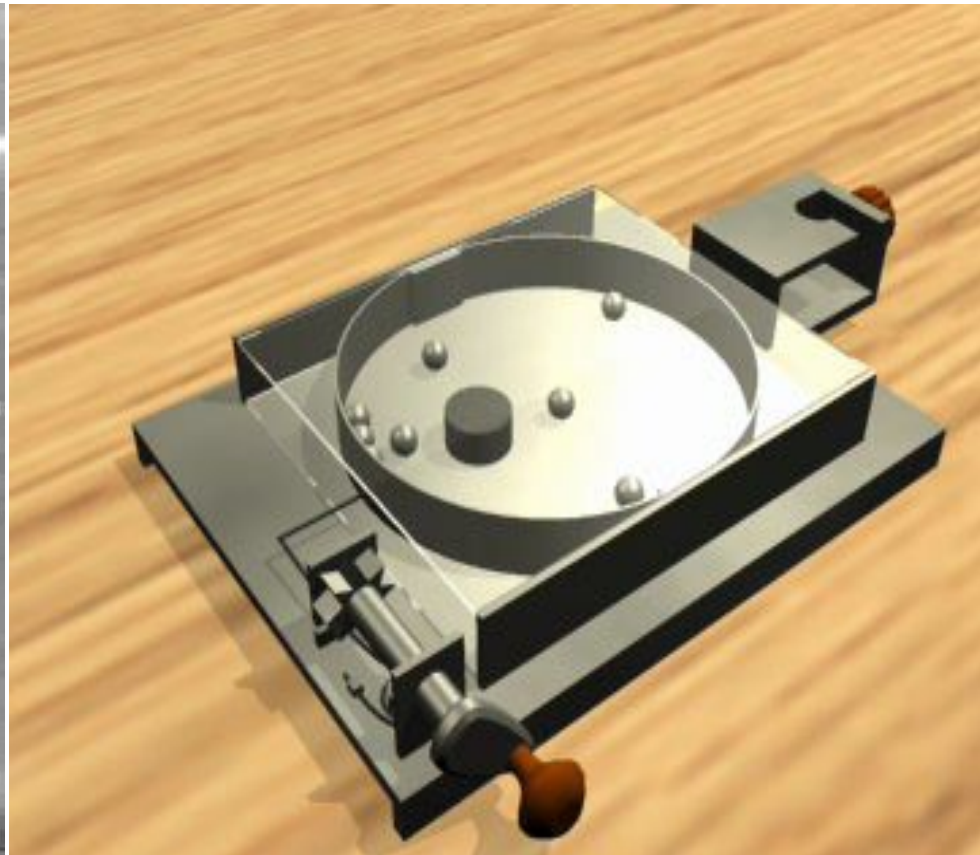
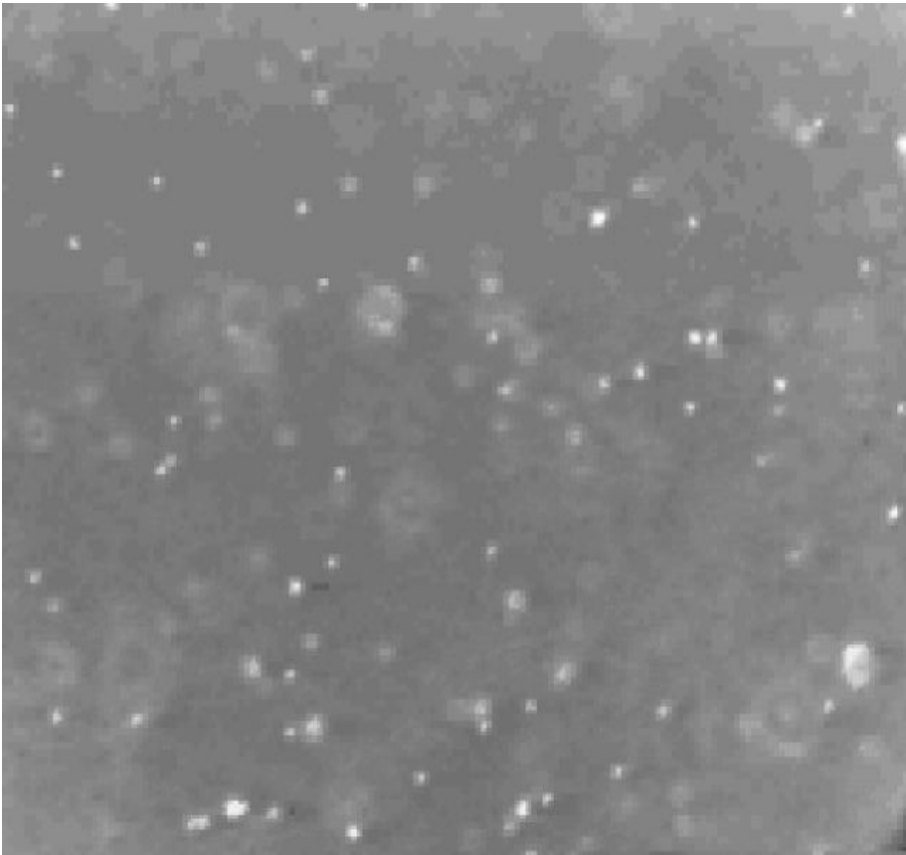


Дифузія - проникнення молекул однієї речовини у другу в наслідку хаотичного руху молекул.

Дифузія спостерігається у твердих тілах, рідинах і газах.

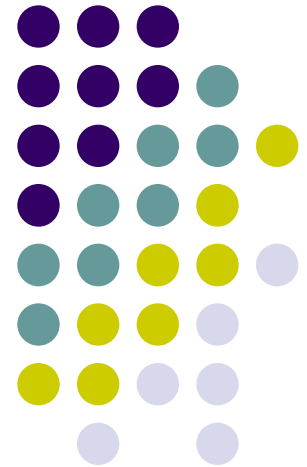


Броунівський рух - хаотичний рух найдрібніших частинок речовини, під впливом неврівноважених співударів молекул рідин або газів.



3. Між молекулами (атомами) існують сили взаємодії...

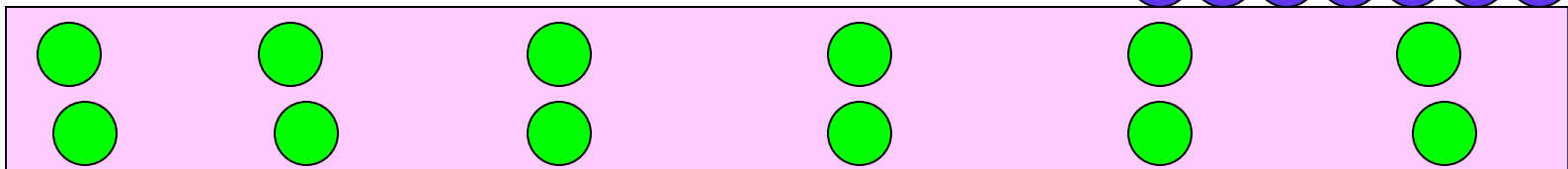
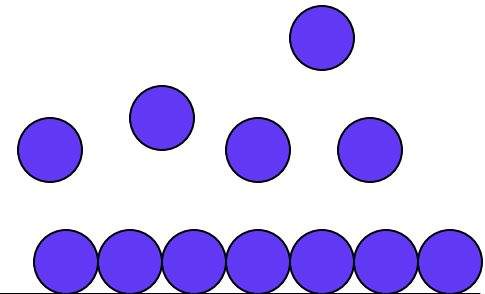
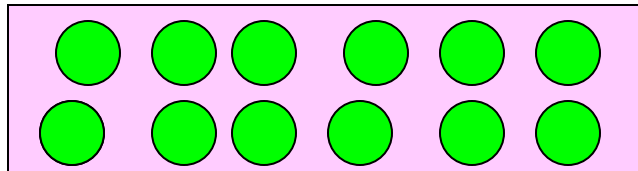
**Між молекулами діють
сили взаємного
притягання та
відштовхування.**



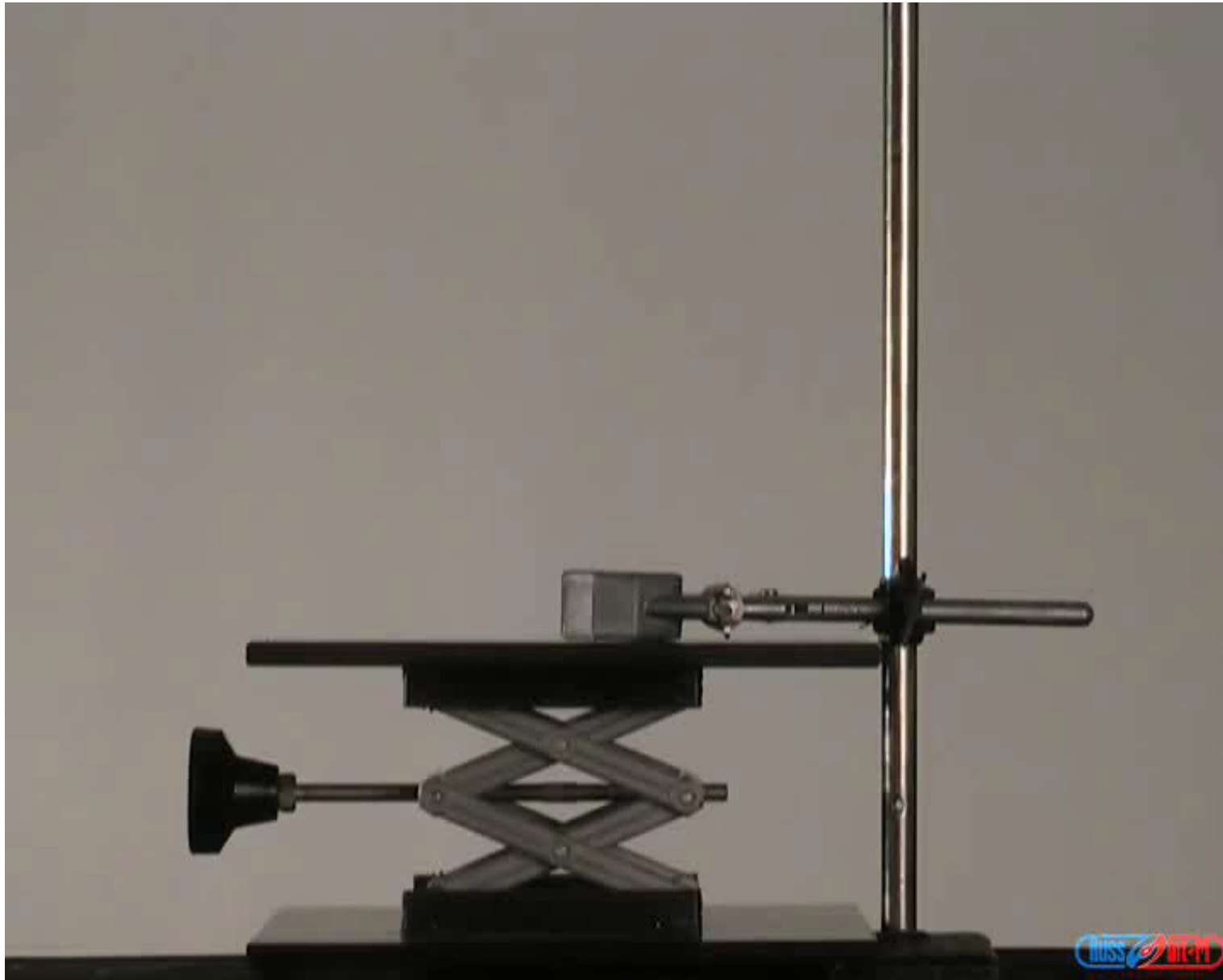


Досліди і явища

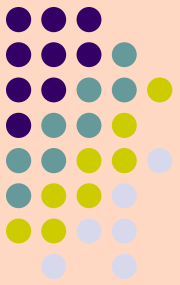
- Тіло зберігає об'єм і/або форму
- Тіло важко розтягнути, стиснути
- Смочування поверхонь



Дослід 3



Які розміри молекул?



Якщо молекула

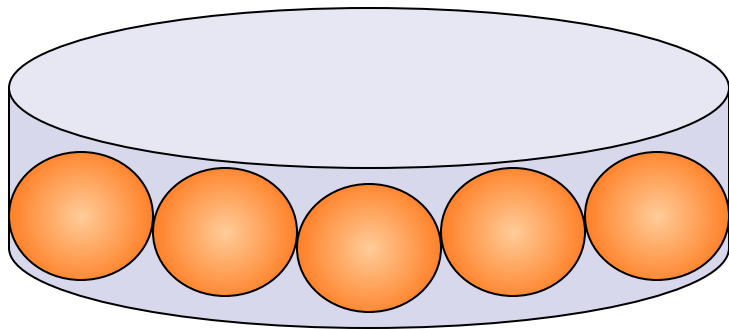


тоді наш кулак

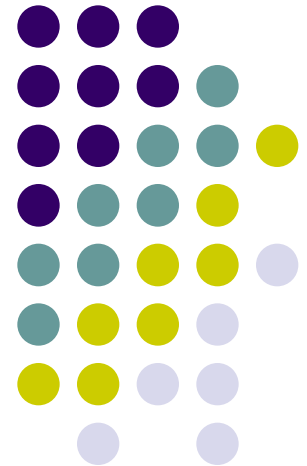


Маса і розміри молекул

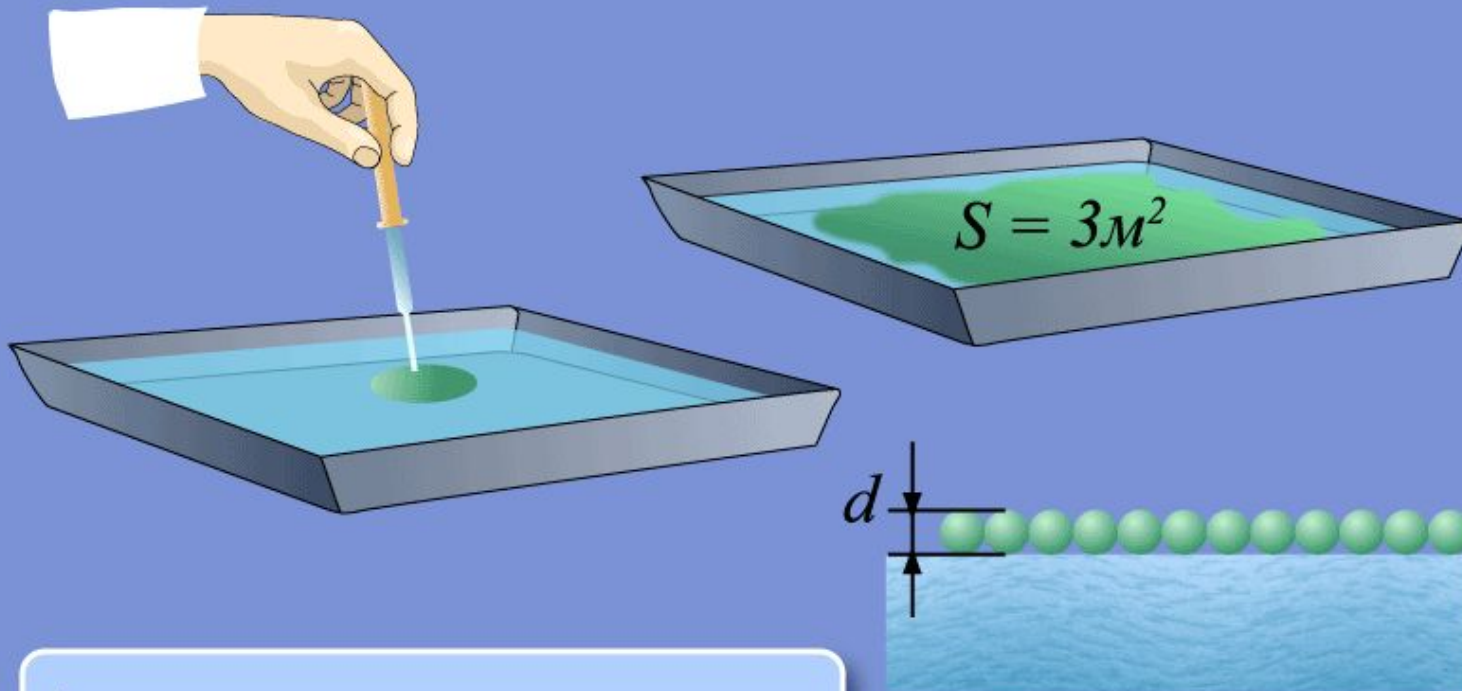
Молекули дуже малі. Діаметр молекули D приблизно дорівнює $0,0000000001 \text{ м} = 10^{-10} \text{ м}$.




$$D = V : S$$



ОЦІНКА РОЗМІРІВ МОЛЕКУЛ



 $\rightarrow V = 1 \text{ мм}^3 = 1 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$

$$d = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9} \text{ м}^3}{3 \text{ м}^2} \approx 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

Фізичні величин



• **Відносна молекулярна (або атомна) маса речовини M_r** – це відношення маси молекули (або атома) даної речовини до $1/12$ маси атома карбону.

$$M_r = \frac{m_0}{1/12 m_{oc}}$$

• **Молярна маса** - маса 1 моля речовини.

$$M = M_r \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

Наприклад, $M(\text{H}_2) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$,

$M(\text{CO}_2) = (12 + 2 \cdot 16) \cdot 10^{-3} = 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Фізичні величин



- **Кількість речовини V** – число молекул речовини в будь-якому тілі

$$V = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ - **число Авогадро**.

- **Один моль** – це кількість речовини, в якій міститься стільки ж атомів або молекул, скільки атомів міститься у карбону масою 0,012 кг.
- **Концентрація n** – це кількість молекул (або атомів) в одиниці об'єму.

$$n = \frac{N}{V}, \quad [n] = 1 \text{ м}^{-3}.$$

Фізичні величини



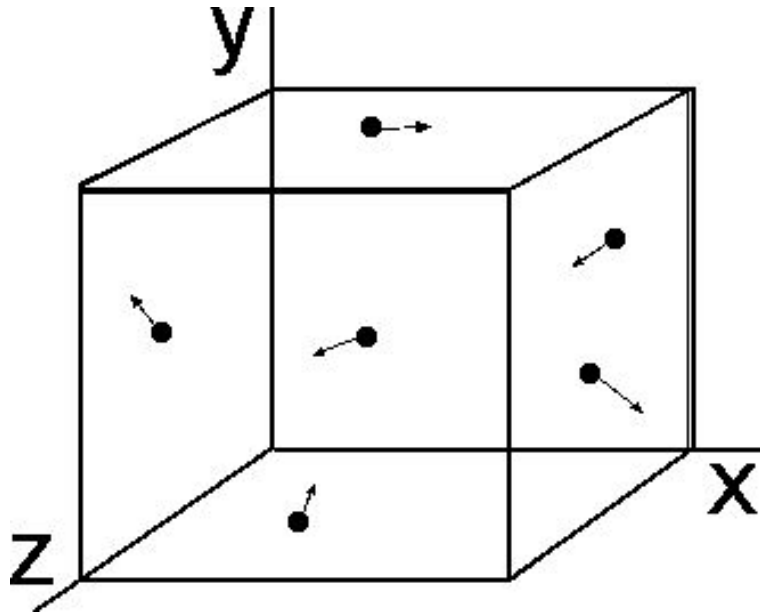
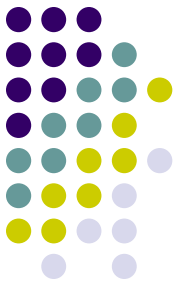
Величина	Позначення	Одиниці вимірювання	Формула
Маса молекули	m_0	КГ	
Маса речовини	m	КГ	
Об'єм	V	M^3	
Густина	ρ	КГ/ M^3	
Молярна маса	M	КГ/МОЛЬ	
Кількість речовини	ν	МОЛЬ	$\nu = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$
Кількість молекул	N		
Концентрація	n	M^{-3}	

Ідеальний газ - теоретична модель газу, в якій нехтують розмірами і взаємодією часток газу, а враховують лише їх пружні зіткнення.

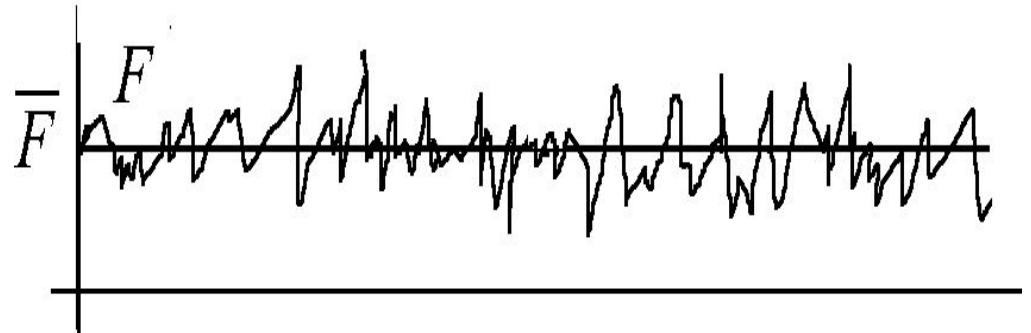


- Відстань між молекулами значно більша за їхні розміри.
- Сила взаємодії між молекулами газів практично відсутня.
- Взаємодія між молекулами відбувається лише під час короткочасних зіткнень.
- Ідеальний газ – набір не взаємодіючих матеріальних точок.
- Реальні розрідженні гази поведуться подібно до ідеального газу.

Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів



Обчислимо тиск газу на стінку посудини



Малі сили окремих ударів складаються в постійну силу тиску

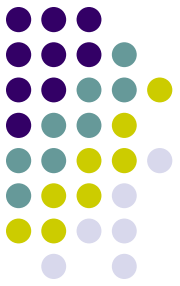
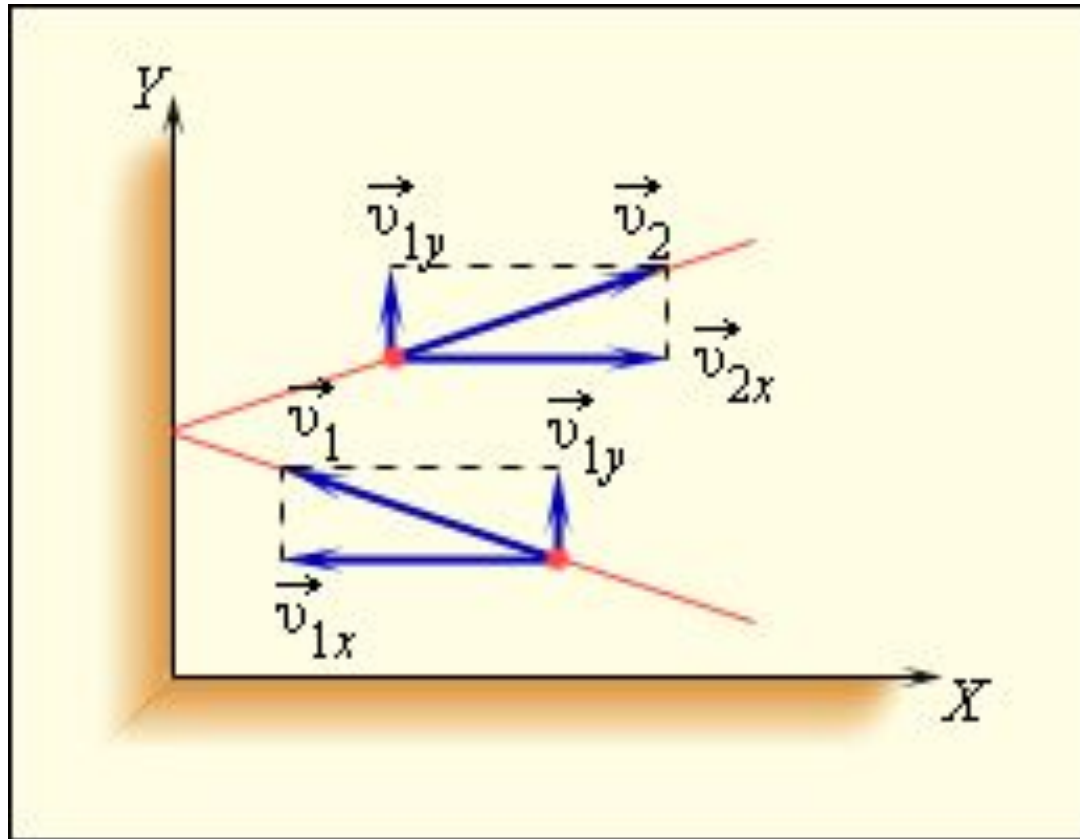
Тиск p – це скалярна величина, яка чисельно дорівнює нормальній складовій сили, з якою газ діє на одиницю площі поверхні посудини

$$p = \frac{F}{S} \quad [p] = 1 \text{ Па} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

У процесі взаємодії молекули зі стінкою судини між ними виникають сили, що підкоряються третьому закону Ньютона. В результаті проекція v_x швидкості молекули, перпендикулярна стінці, змінює свій знак на протилежний, а проекція v_y швидкості, паралельна стінці, залишається незмінною. Тому зміна імпульсу молекули

дорівнюватиме

$$\Delta p = 2m_0 v_x.$$



Нехай в одиниці об'єму посудини містяться n молекул, тоді число молекул в об'ємі циліндра дорівнює

$$Z = nSv_x\Delta t.$$

Але з цього числа лише половина рухається в бік стінки, а інша половина рухається в протилежному напрямку і зі стінкою не стикаються. Отже, число ударів молекул об майданчик S за час Δt дорівнює

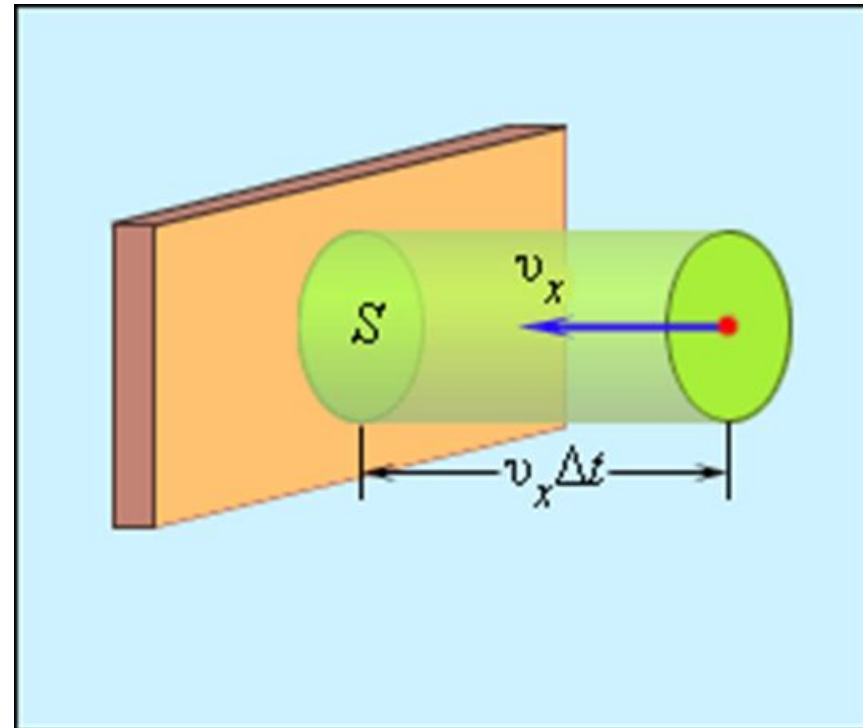
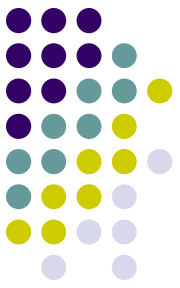
$$Z = \frac{1}{2}nSv_x\Delta t$$

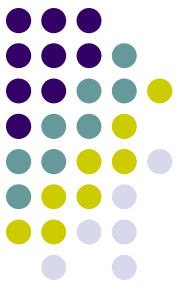
Повна зміна імпульсу всіх молекул, що зіткнулися за час Δt з майданчиком S , дорівнює

$$F\Delta t = nm_0v_x^2S\Delta t$$

Розділивши обидві частини на $S\Delta t$, отримаємо:

$$p = \frac{F}{S} = nm_0v_x^2$$





● Так як всі напрямки для векторів швидкостей молекул рівноймовірні, середнє значення квадратів їх проекцій на координатні осі рівні між собою:

$$\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2} = \frac{1}{3}\overline{v^2}.$$

Остання рівність випливає з теореми Піфагора, квадрат швидкості молекули дорівнює сумі квадратів проекцій швидкості на координатні вісі:

$$\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2}$$

Формула для тиску газу на стінку посудини запишеться в

Гра «Доміно»



... сили притягання і відштовхування	Газ, взаємодія між молекулами якого дуже мала, називають ...
... кількість речовини	«Молекула» в перекладі з латинської означає ...
...броунівським	Дифузія доводить, що ...
... електронів і ядра	У твердих тілах притягання між молекулами дуже велике,
... ідеальним	У молях вимірюють ...
... маса	Атом складається з ...
... тому що дуже малі проміжки між молекулами.	Рух зважених в газі або рідині частинок називають ...
... атоми і молекули перебувають у безперервному хаотичному (тепловому) русі.	Між молекулами діють ...

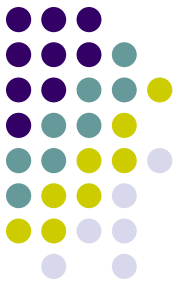
ПРАВИЛЬНІ ВІДПОВІДІ



Газ, взаємодія між молекулами якого дуже мала, називають ідеальним
«Молекула» в перекладі з латинської означає маса
Дифузія доводить, що атоми і молекули перебувають у безперервному хаотичному (тепловому) русі.
У твердих тілах притягання між молекулами дуже велике, тому що дуже малі проміжки між молекулами.
У молях вимірюють кількість речовини
Атом складається з електронів і ядра
Рух зважених в газі або рідині частинок називають броунівським
Між молекулами діють сили притягання і відштовхування



1. Вивчити теоретичний матеріал за підручником. Гончаренко С.У. Фізика: Пробний навчальний посібник для шкіл III ступеня, гімназії і класів гуманітарного профілю. 10 кл.- К.: Освіта, 1995, с. 5-42.
2. Виконати експериментальне завдання. Провести один із дослідів.



2.1 На дно двох склянок із водою (в одній склянці — холодна вода, в другій – гаряча) покласти по однаковому шматочку сухої фарби. Через кожні півгодини вимірювати рівень забарвленої води. Пояснити результати дослідів.

2.2 Взяти два шматочки скла (можна два однакові дзеркальця), вимити, висушити й притиснути одне до одного. Легко чи важко їх роз'єднати? Те саме виконати з мокрим склом. Пояснити результати дослідів.

3. Прочитати поему Лукреція Кара «О природі вещей» і відповісти на запитання:

1. Якими рядками підтверджуються положення МКТ? Підкреслити
2. Перерахувати фізичні явища, про які йде мова в поемі?

**Дякую
за роботу і увагу!**