

# Тема уроку : Рух і взаємодія молекул

## ЦІЛІ:

### **Формування предметних компетентностей:**

- сформувати у здобувачів освіти уявлення про рух та взаємодію молекул;
- пояснити причини та фізичний зміст таких явищ як дифузія, броунівський рух;
- з'ясувати умови взаємодії між молекулами;
- відпрацювати застосування набутих теоретичних знань під час розв'язування задач, виконання вправ.

### **Формування ключових компетентностей:**

- спілкування державною мовою;
- математична компетентність;
- основні компетентності у природничих науках і технологіях;
- інформаційно-цифрова компетентність;
- уміння вчитися упродовж життя;
- соціальна та громадянська компетентності;
- ініціативність та підприємливість.

## Очікувані результати навчання

Учні повинні:

- знати означення явищ дифузії, броунівського руху;
- мати уявлення про умови виникнення сил відштовхування та притягання між молекулами;
- вміти користуватися засобами інформації для самостійного здобування знань;
- зіставляти процеси реального життя з фізичними поняттями.

**Тип уроку:** розвиток компетентностей

**Основні терміни і поняття для вивчення:** дифузія, броунівський рух, осмос, сили взаємодії між молекулами, сфера молекулярної дії, рівноважна відстань

**Форми роботи:** індивідуальна, групова, колективна

**Обладнання та наочність:** комп'ютер, проектор; підручник з фізики учнівські презентації, онлайн-тести, сайт Інтерактивних симуляцій РНЕТ

## Епіграф уроку:

«Немає нічого більш винахідливого, ніж природа».

Цицерон

### Хід уроку

#### *I. Організаційний момент.*

Привітання. Перевірка готовності учнів до уроку.

#### *II. Проблемне питання уроку*

**Вчитель.** Фізика – наука про природу. Ми її частина. Чим краще ми будемо розуміти фізичні явища, тим краще будемо розуміти природу та раціональніше використовувати її ресурси. Питання, на яке ми спробуємо знайти відповідь упродовж цього уроку: «Чим відрізняються властивості і поведінка всіх тіл, від розріджених газів верхніх шарів атмосфери до твердих тіл на Землі і надщільних ядер планет і зір?»

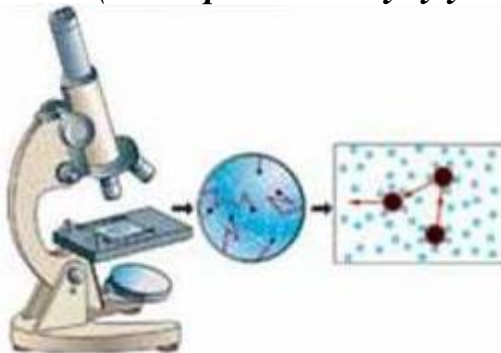
#### *III. Вивчення нового матеріалу*

**Вчитель.** В основі молекулярно-кінетичної теорії будови речовини лежать три положення: речовина складається з частинок; ці частинки безперервно і хаотично рухаються; частинки взаємодіють одна з одною. Безпосередньо спостерігати рух окремих атомів або молекул неможливо. Але існує багато явищ, які побічно, але не менш переконливо свідчать про рух та взаємодію молекул. Надаємо слово дослідникам, які готували повідомлення.

##### *1) Презентація першої групи дослідників «Докази руху молекул: броунівський рух, дифузія»*

[https://drive.google.com/file/d/1I1BVLqa4z6c0CEwamWqBdlJ9THT9-qHC/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1I1BVLqa4z6c0CEwamWqBdlJ9THT9-qHC/view?usp=share_link)

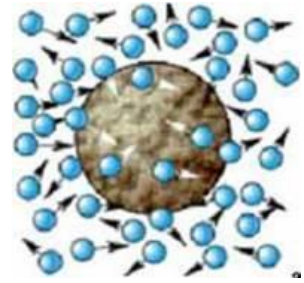
*(Матеріали виступу учнів)*



Найбільш очевидний доказ руху молекул можна дістати, спостерігаючи у мікроскоп дуже дрібні завислі у воді частинки якої-небудь речовини. Ці частинки перебувають у безладному русі, який називають броунівським.

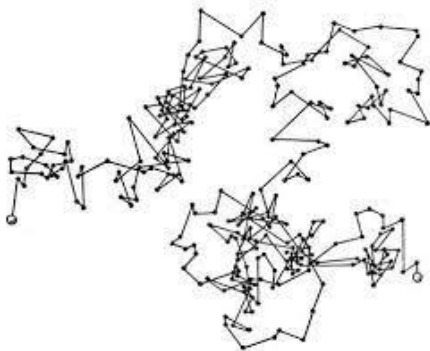
**Броунівський рух – це тепловий рух завислих у рідині або газі частинок.** Уперше таке явище спостерігав у 1827 році англійський ботанік Роберт Броун (1773 – 1858). Учений, розглядаючи у мікроскоп спори рослин, які плавають у воді, побачив, що вони безперервно рухаються по ламаних зигзагоподібних траєкторіях. Дивним і незвичним було те, що цей рух ніколи не припиняється. А ми звикли, що будь-яке

рухоме тіло рано чи пізно зупиняється. Броунівський рух – це тепловий рух, і він ніколи не може припинитися. Інтенсивність цього руху зростає з підвищенням температури.

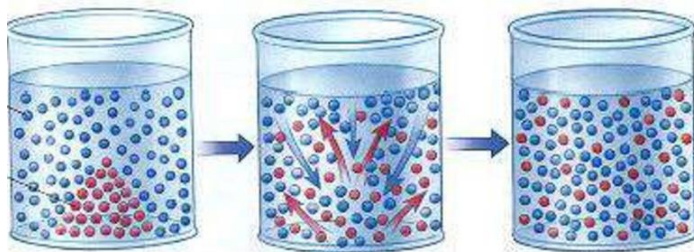


Причина броунівського руху частинки в тому, що удари молекул об неї не компенсують один одного. На малюнку показано положення броунівської частинки і найближчих до неї молекул. Внаслідок хаотичного руху молекул, імпульс, що передається ними броунівській частинці, зліва і справа є різним. Тому не дорівнює нулю результуюча сила тиску, яка і спричиняє зміну руху броунівської частинки. (Перегляд відеофрагменту руху броунівської частинки за посиланням: <https://www.youtube.com/watch?v=DvotXiUuBPE>).

Молекулярно-кінетичну теорію броунівського руху створив А. Ейнштейн у 1905 році. Експериментально дослідили броунівський рух французькі вчені Жан Перрен і Френсіс Перрен. Вони фіксували точками положення однієї і тієї ж частинки через кожні 30 секунд. Отримані точки сполучили прямими і отримали картину, подібну до зображення на рисунку. Насправді траєкторії броунівських частинок набагато складніші. Броунівський рух можна спостерігати в газі. Його здійснюють завислі в повітрі частинки пилу або диму. Броунівським рухом є дрижання стрілок чутливих вимірювальних приладів. Воно пояснюється тепловим рухом атомів у деталях приладів і навколишньому середовищі.



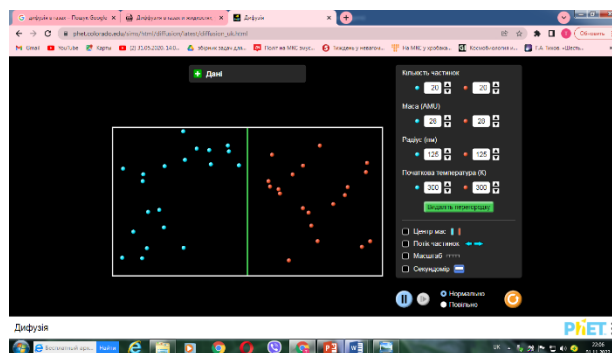
Крім броунівського руху відомі й інші факти, що свідчать про рух атомів і молекул. Якщо у дистильовану воду обережно за допомогою піпетки додати трохи фарби, то протягом кількох днів молекули фарби піднімуться вгору і поволі забарвлять воду.



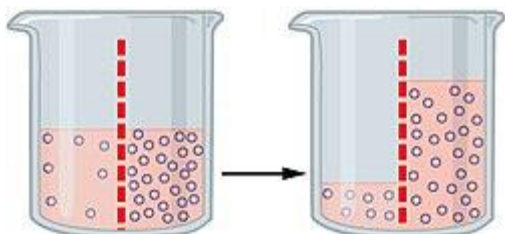
Фізичне явище, яке пояснює даний процес – дифузія. **Дифузія – це процес взаємного проникнення молекул однієї речовини між молекулами іншої речовини без дії зовнішніх сил.**

Механізм проходження явища дифузії можна продемонструвати за допомогою освітнього ресурсу РНЕТ – сайту інтерактивних симуляцій з природничо-математичних дисциплін. Змінюючи умови (кількість частинок,

температуру речовини) можна спостерігати процес проходження явища дифузії.



[https://phet.colorado.edu/sims/html/diffusion/latest/diffusion\\_uk.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/diffusion/latest/diffusion_uk.html)



Осмос – це процес односторонньої дифузії крізь напівпроникну перегородку (мембрану) молекул розчинника в бік більшої концентрації розчиненої речовини.

Явище дифузії може відбуватися як в газах (поширення запахів), так і у рідинах (зафарбовування води часточками фарби чи мідного купоросу) та твердих тілах (дві металеві пластини, щільно притиснуті одна до одної протягом кількох років, зростаються).

Явище дифузії відіграє важливу роль у живій природі. Завдяки йому відбувається обмін речовин та енергії в живих організмах. Поживні речовини переходять з навколишнього середовища в живу клітину, а продукти розпаду виводяться з неї в навколишнє середовище. Без цих процесів життя неможливе.

## 2) Презентація другої групи дослідників «Взаємодія молекул»

[https://drive.google.com/file/d/1DUfCAq7m7XSWdORV6YJb0MCj-aEAb5Vw/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1DUfCAq7m7XSWdORV6YJb0MCj-aEAb5Vw/view?usp=share_link)

(Матеріали виступів учнів)

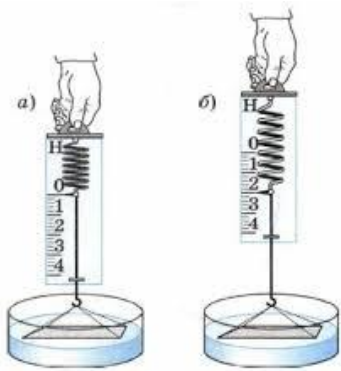
До складу атомів і молекул входять електрично заряджені частинки – протони і електрони. Тому між атомами і молекулами всіх речовин



одночасно діють і сили притягання (між частинками, які заряджені різнойменно), і сили відштовхування (між однойменно заряд-

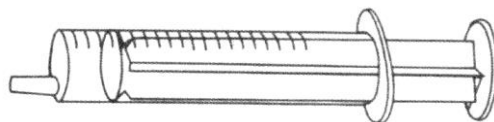
женими частинками).

**Сили, що діють між атомами й молекулами речовини, називаються молекулярними силами.**

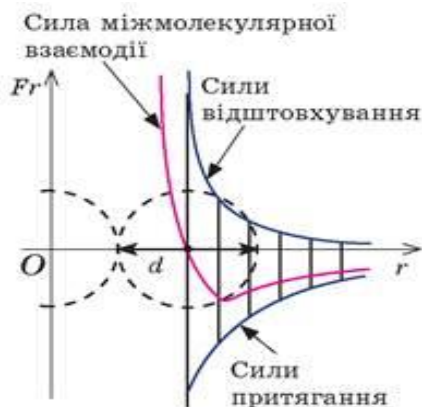


Взаємодію між молекулами можна продемонструвати наступними прикладами. Підвісимо на пружині скляну або добре відполіровану металеву пластину так, щоб її нижня поверхня стикалася з водою. Спробуємо відірвати її від води. Пружина буде помітно розтягтися. Це свідчить про те, що між молекулами води і пластинки виникають сили притягання.

Якщо натиснути на поршень велосипедного насоса, закривши вхідний отвір, то довести поршень до кінця не вдасться: між молекулами газу діють сили відштовхування. Можна провести аналогічний дослід із медичним шприцом. Між молекулами рідини, газу діють такі сили відштовхування, що людської сили недостатньо, щоб хоча б трішки зменшити об'єм газу чи рідини.



Зігнемо лінійку, її форма зміниться. Після припинення дії зовнішніх сил лінійка відновить свою форму. Це можливо тільки в тому випадку, якщо між частинками, з яких вона складається, діють сили відштовхування і притягання одночасно.



**Область простору, на якій діють молекулярні сили, називається сферою молекулярної дії.** Радіус цієї сфери порядку  $10^{-9}$  м.

Характер взаємодії між молекулами розглянемо на графіку. На осі абсцис відкладено відстань між центрами частинок  $r$ , а на осі ординат – сили взаємодії між ними. Будемо вважати сили відштовхування додатними, а сили притягання – від'ємними. Коли відстань між частинками збільшується, сили притягання і відштовхування зменшуються, але не однаково. Сили відштовхування зменшуються швидше за сили притягання. У разі ж зближення частинок сили притягання і відштовхування збільшуються одночасно, але знову неоднаково. Сили відштовхування збільшуються швидше за сили притягання. На певній відстані між центрами частинок  $d$ , сили притягання виявляються рівними силам відштовхування.

**Відстань між частинками, що перебувають у стані рівноваги, називають рівноважною відстанню.**

Якщо відстань між центрами частинок стає меншою за рівноважну, то сили відштовхування, збільшуючись швидше за сили притягання, починають переважати сили притягання і частинки відштовхуються одна від одної.

Зі збільшенням відстані між центрами частинок сили притягання стають більшими за сили відштовхування, і частинки притягуються одна до одної.

Внаслідок електричної нейтральності атомів і молекул молекулярні сили є короткодійними. На відстанях, більших за розміри молекул у кілька разів, сили взаємодії між ними практично не відчутні.

**Вчитель.** Дякуючи нашим дослідникам, які ґрунтовно підійшли до висвітлення результатів своєї роботи, ми переконалися в існуванні руху молекул та їх взаємодії. А тепер давайте повернемося до проблемного питання, з якого почався урок: «Чим відрізняються властивості і поведінка всіх тіл, від розріджених газів верхніх шарів атмосфери до твердих тіл на Землі і надщільних ядер планет і зір?» І постараємось дати відповідь на нього, заповнивши таблицю. Розглянемо різні стани речовини і з'ясуємо особливості руху та взаємодії молекул речовини в різних фазових станах.

*(Учням пропонується поділитися на три групи. Кожна група отримує доступ до редагування Google таблиці і заповняє свою колонку. Після цього проводиться колективне обговорення результатів роботи кожної групи. На основі інформації, отриманої в таблиці, учні дають відповідь на проблемне запитання).*

Властивості	Фазові стани речовини		
	Газоподібний	Рідкий	Твердий (кристалічний)
<b>Розташування молекул</b>	Безладно на відстанях у десятки разів більших за їх розміри	Хаотично, найближчі молекули - впорядковано	Впорядковано
<b>Взаємодія між молекулами</b>	Практично відсутня	Набагато слабша, ніж у твердих тілах, але більша, ніж у газах	Сили взаємодії великі
<b>Текучість</b>	Не текучі	Текучі, молекули можуть переміщатися з одного місця на інше	Не текучі
<b>Збереження форми</b>	Не зберігають	Не зберігають	Зберігають
<b>Збереження об'єму</b>	Не зберігають	Зберігають	Зберігають
<b>Стисливість</b>	Можна легко стиснути	Дуже важко стиснути	Дуже важко стиснути

#### **IV. Закріплення вивченого матеріалу**

**Вчитель.** Давайте перевіримо, наскільки добре ви засвоїли матеріал уроку.

**1) Перше завдання** – інтерактивна вікторина (*колективна робота*).

<https://learningapps.org/display?v=p1w4qg6d522>

**2) Друге завдання** – онлайн тестування (*індивідуальна робота*)

<https://vseosvita.ua/u.v3qi>

#### **V. Підсумки уроку. Самооцінювання.**

(Учні мають виставити собі бали за кожен вид роботи на уроці, в якому брали участь, та перевести бали в оцінки за таблицею)

#### **Лист самооцінювання**

№	Вид діяльності	Бали за завдання	Отримані бали	Оцінка
1	Презентація	1-7		
2	Таблиця «Агрегатні стани речовини»	1-5		
3	Тестування в реальному часі	1-12		
4.	Вікторина	1-5		

#### **Таблиця переведення балів в оцінки**

Набрані бали	Оцінка
11-15	5
16-17	6
18-29	7
20-21	8
22-23	9
24-25	10
Більше ніж 25	11-12

## **VI. Рефлексія (написати відгук на віртуальній дошці)**

*(Учням пропонується посилання на віртуальну дошку Google Jamboard, на якій вони можуть залишити враження за урок: про що дізналися, що викликало найбільшу складність, про що хотілося б почути додатково, які форми роботи на уроці найбільше сподобалися)*

## **VII. Домашнє завдання**

1. Опрацювати § 27 ( підручник);
2. Дати відповіді на контрольні запитання;
3. Вправа № 27 (завдання №1-№5 – усно);
4. Додаткове завдання: створити міні-проект «Дифузія в кулінарії».

## **ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Фізика ( рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В. М.): підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти за ред. В. Г. Бар'яхтара, С.О. Довгого. – Харків: Вид-во «Ранок», 2018. – 272 с.
2. Карпухіна О.О. Фізика. 10 клас. Академічний рівень:Збірник задач/ О. О. Карпухіна, Ф. Я. Божинова, В. В. Хардіков. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Харків: Видавництво «Ранок», 2011. – 288 с.
3. Фізика. Тести. 7-11 кл.: посібник /Н. В. Татарчук. – К.: ВЦ «Академія», 2008. – 440 с.