

Поверхневий натяг рідин. Капілярні явища.

Мета.

Освітня. Розглянути властивості поверхні рідини. Ввести поняття поверхневого натягу та капілярних явищ.

Розвиваюча. Розвивати індивідуальні здібності учнів, навички міжособистісного спілкування; творчу активність та спостережливість.

Виховна. Виховувати культуру наукового мислення, формувати світогляд учнів.

Тип уроку. Урок засвоєння нових знань.

Прилади та матеріали для роботи з учнями:

- Презентація [Поверхневий натяг](#)
- Флеш – анімація [Капіляр](#)
- Флеш – анімація [Капілярність](#)
- Відео [Явище змочування](#).
- Відео. [Голка на воді](#).
- Демонстрація. Вимірювання сили поверхневого натягу за допомогою прямокутної рамки.
- Демонстрація. Голка на воді.
- Демонстрація. Змочування та незмочування рідинами твердих поверхонь.

План

1. Актуалізація опорних знань.
2. Вивчення нового матеріалу.
3. Запитання на закріплення вивченого.
4. Домашнє завдання.

Хід уроку

1. Актуалізація опорних знань.

Усне опитування.

1. Що розуміють під вологістю повітря?
2. Що називають абсолютною вологістю повітря? Яка формула виражає зміст цього поняття? У яких одиницях її виражають?
3. Що таке пружність водяної пари?
4. Що називають відносною вологістю повітря? Які формули виражають зміст цього поняття у фізиці і метеорології? У яких одиницях її виражають?
5. Відносна вологість повітря 70 %. Що це означає?
6. Що називають точкою роси?
7. За допомогою яких приладів визначають вологість повітря?
8. Які суб'єктивні відчуття вологості повітря людиною?

Розв'язати задачі.

Задача 1. У 5 м^3 повітря міститься 80 г водяної пари. Визначити абсолютну вологість.

Задача 2. За температури 15°C , абсолютна вологість $6,4 \text{ г/м}^3$ а густина насиченої пари $12,8 \text{ г/м}^3$. Визначити відносну вологість.

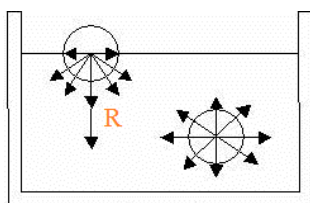
2. Вивчення нового матеріалу.

Всі ви, напевне, милувалися маленькими краплями роси, які на листках рослин набувають форми майже правильних кульок. Це явище спостерігав ще Г. Галілей, якого дуже дивувало, чому великі краплі води не розпливаються по всьому листку капусти, а набувають форми маленьких кульок. Якщо ці краплі стикаються, вони зливаються в одну краплю, форма якої також наближається до кулястої.



Галілей спостерігав, як змащена жиром голка може плавати на воді і як легкі комахи- водомірки швидко ковзають по поверхні води, як ковзанярі по льоду. Ці спостереження начебто суперечать існуванню архімедової сили. Але якщо голка прорве поверхню рідини, вона тоне, як і має бути під час дії архімедової сили.

Поверхневий натяг. Кожна молекула, розміщена всередині об'єму рідини, рівномірно оточена сусідніми молекулами і взаємодіє з ними, а рівнодійна цих сил дорівнює нулю. В поверхневому шарі в наслідок неоднорідності оточення на молекулу діє сила R , не скомпенсована силами з боку інших молекул рідини. Внаслідок цього рідина в поверхневому шарі перебуває в розтягнутому напруженому стані. Густина рідини в цьому шарі менша, ніж усередині. Молекули поверхневого шару перебувають на більших відстанях одна від одної, ніж молекули всередині рідини, тому їх потенціальна енергія більша, ніж в інших молекул.



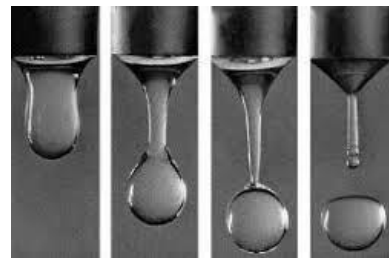
Різницю між потенціальними енергіями молекул усередині рідини та молекул у її поверхневому шарі називають **поверхневою енергією**.

Поверхневий натяг — фізичне явище, суть якого в прагненні рідини скоротити площу своєї поверхні при незмінному об'ємі. Характеризується **коефіцієнтом поверхневого натягу** – σ (сігма):

$$\sigma = \frac{W_p}{S}.$$

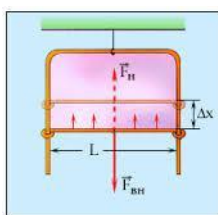
У СІ коефіцієнт поверхневого натягу **вимірюється** в $[\sigma] = 1 \text{ Дж/м}^2$.

У стані рівноваги, коли на тіло не діють інші сили, молекулярні сили намагаються скоротити вільну поверхню рідин. Тому у невагомості рідини приймають форму кулі, оскільки з математики відомо, що сфера має найменшу площу поверхні з-поміж інших фігур однакового об'єму.



Сили, які діють уздовж поверхні рідини і викликають зменшення її площі, називають **силами поверхневого натягу** F_n :

$$\sigma = \frac{F_n}{l} .$$



Для плівки: $\sigma = \frac{F_n}{2l}$, так як плівка має дві поверхні.

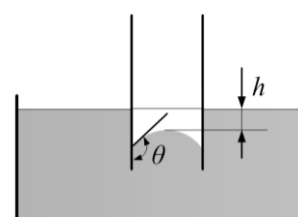
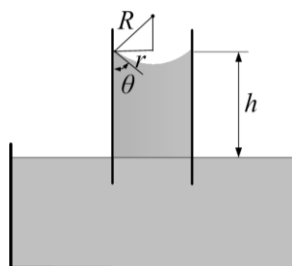
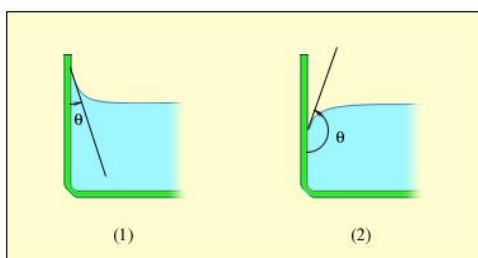
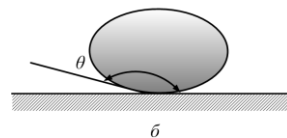
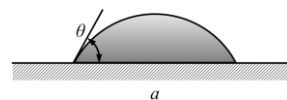
Поверхневий натяг залежить від наявності в рідині домішок, які впливають на її поверхневі властивості. Існують речовини, наприклад, мило і пральні порошки, які можуть у кілька разів зменшувати поверхневий натяг води. Цю властивість використовують для прання білизни. Такі речовини, як бензин, спирт, за природою мають малий поверхневий натяг, і тому їх застосовують під час хімічного очищення одягу. А от цукор, сіль, навпаки збільшують коефіцієнт поверхневого натягу. Це пояснюється тим, що їх молекули взаємодіють з молекулами рідини сильніше, ніж молекули рідини між собою.

Зі зростанням температури поверхневий натяг зменшується.

Взаємодію молекул рідин на межі з твердими тілами також не можна нехтувати.

Якщо сили притягання між молекулами рідини й твердого тіла переважають сили взаємодії між самими молекулами рідини, кажуть, що **рідина змочує тверде тіло**.

Якщо сили притягання між молекулами рідини переважають сили взаємодії між молекулами рідини й молекулами твердого тіла, кажуть, що **рідина не змочує тверде тіло**.



Змочування чи незмочування рідинами поверхні твердих тіл на межі їх дотику зумовлено їхньою міжмолекулярною взаємодією. З'ясувати чи змочує рідина тверде тіло, можна за формою краплі на його поверхні: якщо рідина розтікається по ній, то вона змочує поверхню твердого тіла, якщо збирається в кульку - не змочує поверхню.

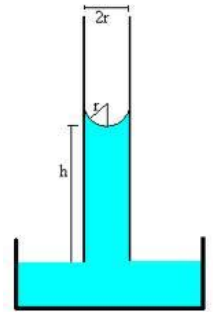
Для того, щоб захистити металеві вироби від хімічної корозії, їх покривають мастилом, яке викликає незмочування рідиною поверхні металу.

Капілярні явища. Явище змочування і незмочування виявляється у піднятті і спусканні рідини в тонких трубках (капілярах).

Якщо діаметри трубок невеликі, то майже вся поверхня води в них буде викривленою. Викривлену поверхню називають **меніском**, вузькі трубки – **капілярними**, а підняття рідини в них – **явищем капілярності**, або просто капілярністю.

Висоту підняття рідини в капілярних трубках можна легко обчислити. Якщо рідина повністю змочує стінки трубки, її меніск можна прийняти за півсферу, радіус меніска дорівнюватиме

радіусові капіляра, а надмір тиску $P = \frac{2\sigma}{r}$.



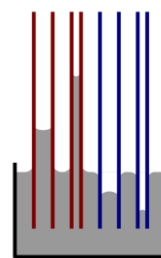
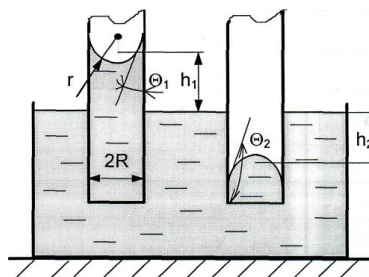
Під дією цього тиску рідина піднімається на таку висоту h , щоб її гідростатичний тиск ρgh зрівноважував надмір тиску p :

$$\rho gh = \frac{2\sigma}{r};$$

$$h = \frac{2\sigma}{r\rho g}$$

- висота підняття рідини в капілярній трубці прямо пропорційна поверхневому натягу і обернено пропорційна радіусу трубки і густині рідини.

Цю формулу застосовують і до капілярної трубки із незмочуючою рідиною, тільки в цьому випадку обчислюється висота не підняття, а опускання в ній рідини.



Значення капілярних явищ.

- Завдяки цим явищам відбувається проникнення вологи з ґрунту в стебла і листя рослин.

- В капілярах відбуваються основні процеси, пов'язані з диханням і живленням організмів. У тілі дорослої людини приблизно $160 \cdot 10^9$ капілярів, загальна довжина яких сягає 60 - 80 тис. км.

- У будівництві враховують можливість підняття вологи по капілярних порах будівельних матеріалів. Для захисту фундаменту і стін від дії ґрунтових вод та вологи застосовують гідроізоляційні матеріали: толь, смоли тощо.
- Завдяки капілярному підняттю вдається фарбувати тканини.
- Часто капілярні явища використовують і в побуті. Застосування рушників, серветок, гігроскопічної вати, марлі, промокального паперу можливе завдяки наявності в них капілярів.

3. Запитання на закріплення вивченого.

1. Які властивості має поверхневий шар рідини?
2. Що називають поверхневим натягом?
3. Виконавши рисунок, установіть фізичний зміст поверхневого натягу як величини, пов'язаної з енергією поверхневого шару рідини.
4. Наведіть приклади дії сил поверхневого натягу.
5. Що називають коефіцієнтом поверхневого натягу? Від чого він залежить? У яких одиницях вимірюється коефіцієнт поверхневого натягу в СІ?
6. Що являє собою сила поверхневого натягу? Яка формула виражає зміст цього поняття?
7. Як зміниться сила поверхневого натягу води у разі розчинення в ній мила?
8. Якої форми набувають краплі рідини в умовах невагомості? Чому?
9. Виконавши пояснювальний рисунок, розкрийте фізичну сутність явищ змочування і незмочування.
10. Чому жирові плями на одязі не вдається змити водою?
11. Що називають меніском?
12. Що таке крайовий кут? Яким є його значення у разі змочування? Незмочування?
13. Що називають капілярністю?
14. Обґрунтуйте, у якому випадку рідина в капілярі піднімається, а в якому опускається.
15. Чому фундамент цегляних будинків покривають гарячим бітумом чи обкладають толем?
16. Виведіть формулу, за якою визначають висоту піднімання чи опускання рідини в капілярі.
17. Наведіть приклади врахування і використання капілярних систем у повсякденному житті.

4. Домашнє завдання.

Вивчити: параграф 49.

Усне опитування на запитання до уроку.

Повторити: [площа круга, довжина кола, площа поверхні кулі.](#)