

13.10.2022

Група 21

Фізика і астрономія

Урок 1-2

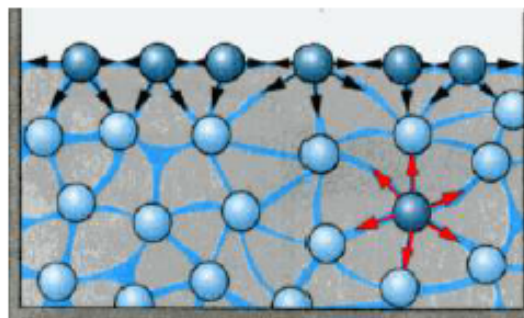
Тема: «Поверхневий натяг рідини»

Мета:

- Повторити теоретичний матеріал; узагальнити, систематизувати та поглибити знання учнів із теми; застосувати знання з фізики під час розв'язування прикладних задач; формувати уяву про процеси у природі;
- розвивати в учнів пізнавальний інтерес, уміння використовувати набуті знання, навички й уміння в нових ситуаціях; підвищити інтерес до вивчення фізики та астрономії; розвивати абстрактне та логічне мислення;
- виховувати у учнів повагу та зацікавленість до вивчення фізики та астрономії, старанність у навчанні; сприяти розширенню кругозору учнів.

Матеріали до уроку:

РІДИНИ І ГАЗИ. Ви вже знаєте, що будь-яка хімічно однорідна речовина може бути за одних умов у газоподібному стані, а за інших — у рідкому. Водночас за своїми властивостями газ і рідина істотно відрізняються. Рідина, як і газ, не має певної форми і набуває форми тієї посудини, в якій знаходяться, але газ не має власного об'єму і займає будь-який наданий йому об'єм. Об'єм рідини — постійний. Газ на відміну від рідин відносно легко стискається. Можливість молекул рідини здійснювати перескоки зумовлює її текучість. Найхарактернішою відмінністю рідини є те, що на межі з газом рідина утворює вільну поверхню (мал. 29.1). Усі сили, що діють на молекули всередині рідини, взаємно скомпенсовані. Рівнодійна ж сил притягання, що діє на молекули,



Мал. 29.1. Сили міжмолекулярної взаємодії молекул рідини



а)



б)

Мал. 29.2 а) металева скріпка на поверхні води; б) комаха-водомирка

які перебувають на поверхні розділу, напрямлена усередину рідини. Отже молекули поверхневого шару, товщина якого дорівнює радіусу дії молекулярних сил, чинять тиск на рідину, стягуючи її поверхню до мінімуму. Це явище називається явищем поверхневого натягу. Завдяки поверхневому натягу води на її поверхні можуть утримуватися легкі (навіть металеві) предмети і рухатися комахи-водомірки (мал.31.2).

СИЛА ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ. Між молекулами на поверхні діють сили притягання, рівнодійна яких спрямовані перпендикулярно до поверхні рідини в її середину.

Силою поверхневого натягу називають силу, яка діє вздовж поверхні рідини перпендикулярно до лінії, що обмежує цю поверхню, і прагне скоротити її до мінімуму.

Під дією сил поверхневого натягу верхній шар рідини намагається скоротити площу своєї поверхні до мінімальних розмірів, можливих при певному об'ємі рідини. Мінімальну поверхню серед тіл певного об'єму має куля. Тому маленькі краплинки води близькі за формою до кулі (мал. 29.3).



Мал. 29.3. Маленькі краплинки води мають майже сферичну форму

Коефіцієнт поверхневого натягу σ дорівнює відношенню сили поверхневого натягу F_n до довжини лінії l , що обмежує поверхню розділу:

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

У СІ коефіцієнт поверхневого натягу виражають у ньютонках на метр $[\sigma] = \text{Н/м}$. Але існує визначення поверхневого натягу, як енергії (Дж) на розрив одиниці поверхні (м).

Сила поверхневого натягу залежить від природи речовини, характеристикою якої є коефіцієнт поверхневого натягу. Коефіцієнт поверхневого натягу, визначений для багатьох однорідних рідин і занесений до таблиць (табл. 29.1).

Таблиця 29.1

Коефіцієнт поверхневого натягу рідин при 20 °С

Речовина	σ , мН/м	Речовина	σ , мН/м
Вода	73	Молоко	46
Гас	24	Нафта	30
Бензин	21	Ртуть	510
Мильний розчин	40	Спирт	22

Коефіцієнт поверхневого натягу не залежить від довжини контуру, а визначається фізичними властивостями рідини, її станом. Унаслідок підвищення температури коефіцієнт σ зменшується через збільшення середньої відстані між молекулами на поверхні рідини. За критичної для певної рідини температури її поверхневий натяг дорівнює нулю. На значення коефіцієнта σ також впливає наявність у рідині домішок. Зокрема, мило зменшує коефіцієнт поверхневого натягу води з $72 \cdot 10^{-3}$ до $45 \cdot 10^{-3}$ Н/м. У процесі прання білизни значення σ зменшується як через нагрівання рідини, так і внаслідок введення мийних засобів, що сприяє легшому проникненню розчин у тканину. Бензин і різні спирти застосовують під час хімічного чищення одягу.

Під впливом рівнодіяної сили притягання молекули поверхневого шару втягуються всередину рідини, її вільна поверхня скорочується, а отже, сила поверхневого натягу виконує роботу. Таким чином, верхній шар має енергію, що є сумарною потенціальною енергією молекул поверхневого шару рідини. Її називають поверхневою енергією й обчислюють за формулою:

$$W = \sigma S ,$$

тоді робота сили поверхневого натягу:

$$A = \Delta W = \sigma \Delta S ,$$

де σ — коефіцієнт поверхневого натягу; S — площа вільної поверхні рідини.

! Головне в цьому параграфі

Силою поверхневого натягу називають таку силу, яка діє вздовж поверхні рідини перпендикулярно до лінії, що її обмежує, намагаючись скоротити цю поверхню до мінімуму.

Характеристикою верхнього шару рідин є коефіцієнт поверхневого натягу, який дорівнює відношенню сили натягу F_x до довжини лінії l , що обмежує поверхню розділу і вздовж якої вона діє по дотичній в кожній точці, перпендикулярно до будь-якого елемента лінії розділу середовищ:

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

Коефіцієнт поверхневого натягу рідини залежить від природи середовищ, які межують, і температури.

Поверхнева енергія дорівнює: $W = \sigma S$, а робота сили поверхневого натягу — $A = \Delta W = \sigma \Delta S$.

Тонке алюмінієве кільце радіуса 7,8 см і масою 7 г дотикається до мильного розчину. Щоб відірвати кільце від поверхні розчину, потрібно прикласти зусилля 0,11 Н. Визначте поверхневий натяг мильного розчину.

Дано:

$$R = 7,8 \text{ см} = 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$m = 72 = 7 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$F = 0,11 \text{ Н}$$

$$\delta = ?$$

$$F_{\text{нов}} + F_T = F$$

$$F_T = mg, \quad F_{\text{нов}} = \delta l$$

$$\delta l + mg = F$$

$$\delta l = F - mg$$

$$\delta = \frac{F - mg}{l}$$

$$\delta = \frac{0,11 \text{ Н} - 7 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}}$$

$$= \frac{0,11 \text{ Н} - 7 \cdot 10^{-2} \text{ Н}}{4 \cdot 3,14 \cdot 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ м}} \approx 0,41 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Сірник масою 0,09 г лежить на поверхні води. З яким прискоренням він почне рухатися, якщо з одного боку торкнутися поверхні води милом. Довжина сірника — 4 см.

Дано:

$$m = 0,09 \text{ г} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ кг} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ кг}$$

$$l = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$\delta_{\text{воли}} = 73 \frac{\text{Н}}{\text{м}} = 7,3 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$\delta_{\text{мила}} = 40 \frac{\text{Н}}{\text{м}} = 4 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$a = ?$$

$$F = ma$$

$$F = F_{\text{нов.б.}} - F_{\text{нов.в.}}$$

$$ma = F_{\text{нов.б.}} - F_{\text{нов.в.}}$$

$$a = \frac{F_{\text{нов.б.}} - F_{\text{нов.в.}}}{m}$$

$$a = \frac{\delta_{\text{б.}} l - \delta_{\text{в.}} l}{m}$$

$$a = \frac{7,3 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ м} - 4 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{9 \cdot 10^{-5} \text{ кг}} \approx 14,7 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

Підвішену на нитках дротяну прямокутну рамку зі сторонами 5 см і 10 см занурили у воду. Маса рамки становить 4 г. Яку силу необхідно прикласти, щоб піднімаючи рамку горизонтально, відірвати її від поверхні води.

Дано:

$$D_{\text{бок.}} = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$D_{\text{шп.}} = 10 \text{ см} = 10 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$m = 4 \text{ г} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$\delta_{\text{воли}} = 73 \frac{\text{Н}}{\text{м}} = 7,3 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$F = ?$$

$$F = F_{\text{нов}} + F_T$$

$$F = \delta_{\text{воли}} l + mg$$

$$F = 7,3 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 4 \cdot (0,05 + 0,1) \text{ м} + 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,073 \cdot 4 \cdot 0,15 \text{ Н} + 0,04 \text{ Н} = 0,0838 \text{ Н} = 83,8 \text{ мН}$$

Домашнє завдання: пройти тест за посиланням
<https://forms.gle/ZM8WfW98daquTDrd9>.

Зворотній зв'язок:

E-mail t.anastasia.igorivna@gmail.com