

12.10.2021

Група 25

Фізика і астрономія

Урок № 1

Тема уроку: Поверхневий натяг рідини

Мета уроку:

навчальна – поглибити й розширити уявлення про властивості рідини; пояснити й охарактеризувати поняття поверхневого шару; розкрити природу сил поверхневого натягу;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

Матеріал до уроку

Рідина є агрегатним станом речовини, проміжним між газоподібним і твердим, тому вона має властивості як газоподібних, так і твердих речовин.

Повсякденний досвід свідчить про текучість рідини і, здавалося б, відсутність у неї пружності. Під дією навіть незначного прикладеного зусилля рідина починає текти. Однак у звичайних умовах пружність рідини просто не встигає проявитися, оскільки час впливу на рідину звичайно значно більший за час осілого життя молекул. Але якщо час дії сили менший або того самого порядку, що і час осілого життя молекул, то рідина внаслідок своєї кристалоподібної будови виявляє пружність.

- А чи можете ви навести приклад пружних властивостей рідини. (Якщо людина стрибне з вишни і вдариться об поверхню води своїм корпусом, то вона дуже заб'ється, рідина веде себе подібно до твердого тіла.)

Так, ви маєте рацію. Наприклад, струмінь рідини, яка виривається під великим тиском із вузького отвору, може різати сталь, граніт та інші міцні матеріали. Цю властивість рідини використовують у сучасній техніці.

Під дією сили тяжіння і текучості можна пояснити той факт, що поверхня нерухомої рідини завжди горизонтальна. Збереження рідиною об'єму при змінах її форми пояснюється наявністю значних сил зчеплення між її молекулами.

З'ясуємо, які явища можна пояснити наявністю великих сил взаємодії між молекулами рідини.

Проведення дослідів.

Дослід 1. Перед кожним учнем стоїть невелика пуста склянка, посудина з водою і скріпки. Пропоную по вінця наповнити склянку водою.

Питання: Чи можна помістити в неї ще якийсь предмет (наприклад, скріпки), не проливши води?

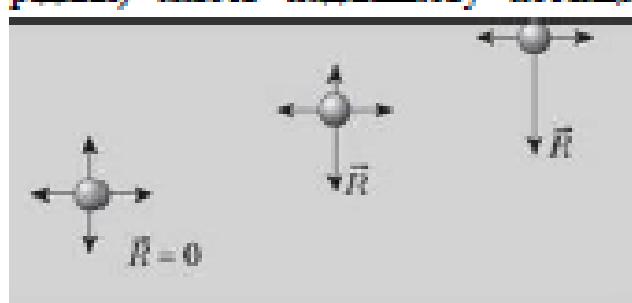
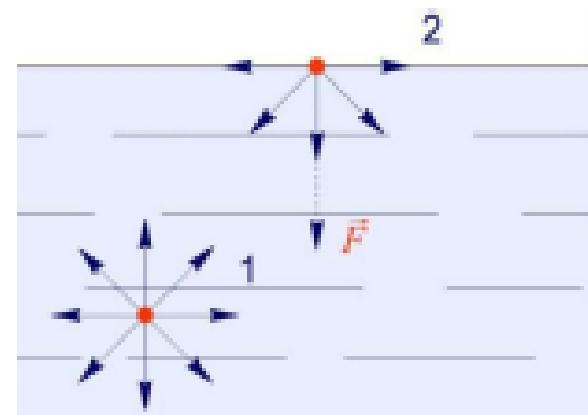
У склянку одну за одною починають занурювати скріпки. Вода витинається грибком, але не проливається.

Дослід 2. А тепер на цю поверхню обережно покладіть скріпку, попередньо поклавши серветку.

Що спостерігаємо? Вона не тоне. Коли скріпка «сплаває» на воді, то можна помітити невелике прогинання поверхні рідини. Якщо її занурити в глиб води, вона піде на дно.

Учні **висулюють припущення**. Це означає, що властивості поверхні рідини відрізняються від властивостей решти рідини.

Як це можна пояснити? Уся справа в тому, що молекули на поверхні рідини перебувають в інших умовах, ніж молекули всередині рідини. На кожну молекулу всередині рідини діють сили притягання з боку сусідніх молекул, які оточують її з усіх боків. Результатуюча цих сил дорівнює нулью. Над поверхнею рідини знаходитьсь пара, густота якої в багато разів менша за густину рідини. Оскільки з рідини на неї діє набагато більше молекул, ніж із газу, то рівновідійсні F міжмолекулярні силі направлені вглиб рідини. Щоб молекула з глибини рідини потрапила в поверхневий шар, потрібно виконати роботу проти нескомпенсованих міжмолекулярних сил. Це означає, що молекули поверхневого шару рідини (порівняно з молекулами всередині рідини) мають надлишкову потенціальну енергію. Ця надлишкова енергія є складником внутрішньої енергії рідини і називається поверхневою енергією ($W_{\text{пов}}$).



Очевидно, що чим більшою є площа S поверхні рідини, тим більша поверхнева енергія: $W_{\text{пов}} = \sigma S$, де σ (сигма) — коефіцієнт пропорційності, який називають поверхневим натягом рідини.

Поверхневий натяг рідини — фізична величина, яка характеризує дану рідину й дорівнює відношенню поверхневої енергії до площини поверхні рідини: $\sigma = W_{\text{пов}} / S$.

Одиниця поверхневого натягу в СІ — ньютон на метр: $[\sigma] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$.

Дослід 3. Візьмемо дротянє кільце, до діаметрально протилежних точок якого вільно, без натягу, прив'яземо нитку. Зануримо кільце в мильний розчин, по обидва боки від нитки виявиться мильна плівка.

Що буде, якщо прорвати плівку з одного боку?

Як цей дослід можна пояснити? (Мильна плівка, утворена на каркасі стягується, скорочуючи площею своєї поверхні).

Оскільки поверхневий шар рідини має надлишкову потенціальну енергію, а будь-яка система прагне до мінімуму потенціальної енергії, то вільна поверхня рідини прагне зменшити свою площу (скоротитися). Тобто вздовж поверхні рідини діє сили, що намагаються стягнути її поверхню. Ці сили називають силами поверхневого натягу.

Сила поверхневого натягу – це сила, що діє вздовж поверхні рідини, перпендикулярно до ліній, що обмежують поверхню, та намагається скоротити плошу поверхні до мінімуму.

Здатність рідини до скорочення своєї поверхні називають поверхневим натягом.

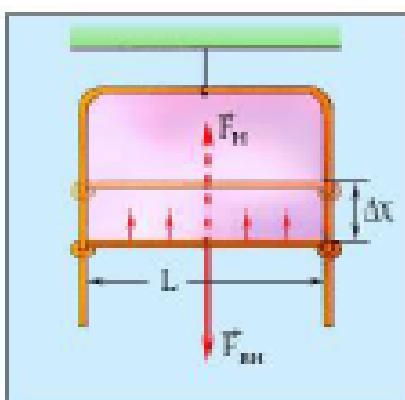
Ми зробили ще одне відкриття (запис у зошиті): **сили поверхневого натягу перпендикулярні до межі поверхневого шару рідини, і вони виникають як результат прагнення рідини зменшити свою поверхню і, отже, поверхневу енергію.**

Поверхневий натяг рідини — це відношення сили поверхневого натягу, яка діє на елемент контуру, що обмежує її поверхню, до довжини контуру :

$$F_{\text{нат}} = \sigma l$$

σ — поверхневий натяг рідини; $F_{\text{нат}}$ — сила поверхневого натягу; l — довжина вільної поверхні.

Фізичний зміст поверхневого натягу: поверхневий натяг чисельно дорівнює силі поверхневого натягу, яка діє на кожну одиницю довжини контуру, що обмежує поверхню рідини.

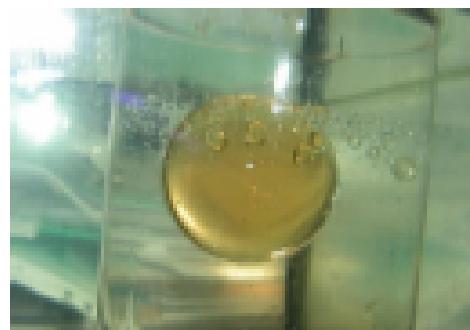


Опустимо в мильний розчин дротяну рамку, одна зі сторін якої рухома. На рамці утвориться мильна плівка. Будемо розтягувати її плівку, діючи на поперечину (рухому сторону рамки) з певною силою $F_{\text{нат}}$. Якщо під дією цієї сили поперечина переміститься на Δx , то зовнішні сили виконают роботу: $A = F_{\text{нат}} \cdot \Delta x = 2F_{\text{нат}} \cdot \Delta x$. За рахунок виконання цієї роботи площа обох поверхонь плівки збільшиться, а отже, збільшиться й поверхнева енергія: $A = \Delta W = \sigma \cdot \Delta S = \sigma \cdot 2l \Delta x$, де $S = 2l \Delta x$, — збільшення площи двох поверхонь мильної плівки. Прирівнявши праві частини одержаних рівностей, маємо: $2F_{\text{нат}} \cdot \Delta x = \sigma \cdot 2l \Delta x$. Отже $F_{\text{нат}} = \sigma l$.

Проведемо наступний дослід та з'ясовуємо, якої форми набуде рідина під дією одних тільки сил поверхневого натягу.

Дослід 4. У колбу з розбавленим спиртом поміщаємо піпеткою краплю оливкової олії. **Що ми бачимо?**

Знов тема для роздумів. (Крапля олії в розчині набула форми кулі).



Ми з вами відтворили дослід бельгійського фізика і математика Жозефа Плато. Дослід показав, що в стані рівноваги вільна енергія системи має бути мінімальною. Зануренням краплі олії в рідину з такою самою густинною, як у олії, Плато зміг досагти усунення дії сили тяжіння на краплю олії. Єдиними силами, що діяли на краплю, були сили поверхневого натягу, під дією яких, вона набула форми кулі, бо з усіх тіл даного об'єму куля має найменшу поверхню, а отже, найменшу поверхневу вільну енергію, яка пропорційна поверхні рідини. При швидкому обертанні кулі оливкової олії від неї відокремлюється кільце, яке потім розривається на частини. Утворюються кульки, які продовжують обертатись навколо основної кулі.

Висновок (запис у зошиті): *Рідина за відсутності сили тяжіння, або коли вона утримується силою Архімеда, приймає сферичну форму, що має мінімальну поверхню при одному й тому ж об'ємі.*

Малій об'єм рідини сам по собі приймає форму, близьку до кулі, тому що завдяки малій масі рідини сила тяжіння, що діє на неї, також незначна. Поверхнева енергія й у цьому випадку перевищує потенційну енергію сили тяжіння, форма рідини визначається саме нею. Цим пояснюється куляста форма крапель рідини. Маленькі крапельки роси також близькі за формою до кулі.



У космічному кораблі, який перебуває у стані невагомості, кулястої форми набувають не тільки окремі краплі, а й великі об'єми рідини. Пропоную переглянути відеофрагмент «Вода у невагомості».

<http://mors.in.ua/main/746-voda-u-nevagomosti-video.html>

Домашнього завдання.

Зробити конспект

Дати письмово відповіді на запитання:

1. Наведіть приклади дії сил поверхневого натягу.
2. Як зміниться сила поверхневого натягу води у разі розчинення в ній сіл?
3. Якої форми набувають краплі рідини в умовах невагомості? Чому?
4. Чому жирові плівки на одязі не вдається змити водою?

Зворотній зв'язок:

E-mail: vitasergiiivna1992@gmail.com