12.10.2021
Група 25

Фізика і астрономія

Урок № 2

Тема уроку: Практична робота №1 «Розв'язування задач по темі: «Поверхневий натяг рідини»

Мета уроку:

навчальна – закріпити вміння розв'язувати задачі з даної теми;

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

Задача 1. Для визначення поверхневого натягу рідини використали вертикально розміщену піпетку, радіус отвору якої становить 1 мм. Загальна маса 100 крапель, що витекли з піпетки, дорівнює 12,56 г. Визначте поверхневий натяг рідини. Вважайте, що в момент відриву від піпетки діаметр шийки краплі дорівнює діаметру отвору. Вважайте, що $g = 10$ м/с^2; $\pi = 3{,}14$.

Дано:
$r = 1$ мм $= 1 \cdot 10^{-3}$ м,
$N = 100$; $m = 12{,}56$ г $= 12{,}56 \cdot 10^{-3}$ кг,
$g = 10$ м/с^2; $\pi = 3{,}14$.

$\sigma - ?$

Розв'язання.

У момент відриву краплі сила поверхневого натягу зрівноважує силу тяжіння, що діє на краплю води: $F_п = m_0 g$, де m_0 — маса однієї краплі води. Оскільки маса однієї краплі води $m_0 = \frac{m}{N}$, то

$$\sigma l = \frac{m}{N} \cdot g,\ \sigma \cdot 2\pi r = \frac{mg}{N},$$ звідки коефіцієнт поверхневого натягу $\sigma = \frac{mg}{2\pi r N}$.

Перевіряємо одиниці вимірювання:

$$[\sigma] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{1 \cdot 1 \cdot \text{м} \cdot 1} = \text{Н} \cdot \frac{1}{\text{м}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Числове значення:

$$\{\sigma\} = \frac{12{,}56 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 100} = \frac{4}{2 \cdot 10} = 2 \cdot 10^{-1} = 200 \cdot 10^{-3}.$$

Задача 2. Щоб відірвати від поверхні рідини тонку горизонтальну дротинку завдовжки 8 см і з масою 0,48 г, до дротинки необхідно прикласти силу 12 мН, напрямлену вертикально вгору. Визначте поверхневий натяг рідини, вважаючи, що $g = 10$ м/с^2. Відповідь запишіть у міліньютонах на метр.

Дано:
$L = 8$ см $= 8 \cdot 10^{-2}$ м,
$m = 0{,}48$ г $= 0{,}48 \cdot 10^{-3}$ кг,
$F = 12$ мН $= 12 \cdot 10^{-3}$ Н,
$g = 10$ м/с^2.

σ – ?

Розв'язання.

Тут на тонку дротинку (в момент відриву) будуть діяти такі сили: сила тяжіння mg, яка напрямлена вертикально вниз; сила поверхневого натягу, яка також напрямлена вертикально вниз, $F_\sigma = \sigma l$ (коли тягнуть угору), причому l — периметр горизонтального перерізу дротинки; сила F, з якою відривають дротинку від поверхні води, вона напрямлена вертикально вгору. В момент відриву ці сили взаємно зрівноважуються, тому запишемо умову рівноваги для тонкої дротинки: $F = mg + \sigma l$, оскільки периметр прямої циліндричної дротинки — прямокутник, то $l = 2L + 2D$, де L — довжина дротинки; D — діаметр дротинки, але зрозуміло, що довжина дротинки набагато більша за її діаметр $L \gg D$, тому знехтуємо діаметром дротинки $l \approx 2L$. Отримаємо рівняння $F = mg + \sigma \cdot 2L$, звідки коефіцієнт поверхневого натягу $\sigma = \dfrac{F - mg}{2L}$.

Перевіримо одиниці вимірювання:

$$[\sigma] = \left(\text{Н} - \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right) \cdot \frac{1}{1 \cdot \text{м}} = (\text{Н} - \text{Н}) \cdot \frac{1}{\text{м}} = \text{Н} \cdot \frac{1}{\text{м}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Числове значення:

$$[\sigma] = \frac{12 \cdot 10^{-3} - 0{,}48 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{2 \cdot 8 \cdot 10^{-2}} = \frac{12 - 4{,}8}{2 \cdot 8 \cdot 10^{-2}} \cdot 10^{-3} = \frac{7{,}2 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 8} =$$

$$= \frac{0{,}9 \cdot 10^{-1}}{2} = 0{,}45 \cdot 10^{-1} = 45 \cdot 10^{-3}.$$

Відповідь. 45 мН/м.

Задача 3. З одного боку від соломинки завдовжки 8 см, що плаває на поверхні води, наливають мильний розчин, і вона починає рухатися. У який бік рухається соломинка? Під дією якої сили?

Дано:	*СІ*
$l = 8$ см	$l = 0{,}08$ м
$\sigma_{води} = 73\ \dfrac{\text{мН}}{\text{м}}$	$\sigma_{води} = 0{,}073\ \dfrac{\text{Н}}{\text{м}}$
$\sigma_{мил.\,р} = 40\ \dfrac{\text{мН}}{\text{м}}$	$\sigma_{мил.\,р} = 0{,}04\ \dfrac{\text{Н}}{\text{м}}$
F — ?	

Розв'язання

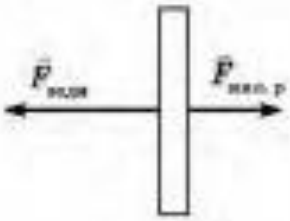
Мильний розчин утворює тонку плівку на поверхні води з одного боку від соломинки. Оскільки поверхневий натяг мильного розчину менший, ніж води, то на різні сторони соломинки починають діяти різні сили поверхневого натягу.

Ці сили дорівнюють добутку довжини контуру, по якому стикаються із соломинкою мильний розчин і вода (тобто довжині соломинки), на відповідний поверхневий натяг:

$$F_{мил.\,р} = \sigma_{мил.\,р} l \ \text{ і } \ F_{води} = \sigma_{води} l.$$

Напрямок сил поверхневого натягу визначається умовою скорочення площі вільної поверхні мильного розчину й води відповідно,

тобто вони напрямлені у протилежні сторони перпендикулярно до соломинки (див. рисунок).



Рівнодійна цих сил напрямлена перпендикулярно до соломинки у напрямку води й визначається за формулою

$$F = \left(\sigma_{води} - \sigma_{нап.р}\right) l .$$

Перевіримо одиниці й визначимо числове значення шуканої величини:

$$[F] = \frac{Н \cdot м}{м} = Н ; \quad \{F\} = (0{,}073 - 0{,}040) \cdot 0{,}08 = 2{,}64 \cdot 10^{-3} ;$$

$F = 2{,}64$ мН.

Відповідь: соломинка рухається у бік води під дією сили $F = 2{,}64$ мН.

Домашнього завдання:

виконати вправу №6, 7, с.189.

Підручник: Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О.І.) підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти/ Головко М.В., Мельник Ю.С, Непорожня Л.В., Сіпій В.В. — Київ: Педагогічна думка, 2018. — 256 с.