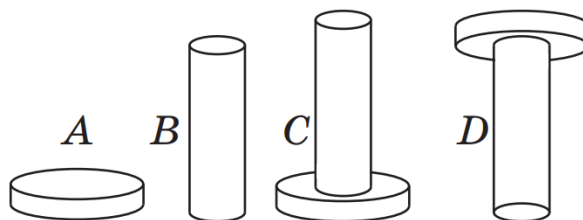


Завдання II етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики
(2018-2019 навчальний рік)
8 клас

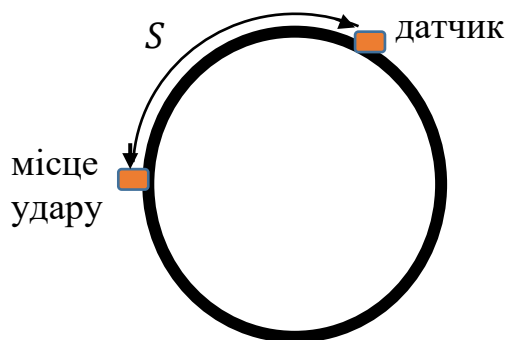
1. Два циліндри А і В виготовлені з того самого матеріалу. Циліндр А чинить на стіл тиск p , а циліндр В – тиск $4p$. У випадку С тиск на стіл дорівнює $2p$. Який тиск на стіл у випадку D?



Розв'язок

У випадку С тиск на стіл у два рази більший, ніж у випадку А, значить, маси циліндрів А і В однакові. Отже, у випадку D тиск на стіл буде удвічі більше, ніж у випадку В, тобто шуканий тиск дорівнює $8p$.

2. До кільця довжиною $L = 100$ см прикріплено датчик, який реєструє прихід звукових імпульсів у кільці. Після того як по кільцю вдарили, датчик зафіксував серію імпульсів: спочатку два імпульси майже однакової інтенсивності з інтервалом часу $t = 0,1$ мс, потім третій значно слабкіший імпульс через час $\tau = 0,9$ мс, а через час t – четвертий імпульс такої ж інтенсивності, як і третій. Поясніть, чому так відбувається та визначте, на якій відстані S вздовж кільця від датчика зроблено удар по кільцю.



Розв'язок

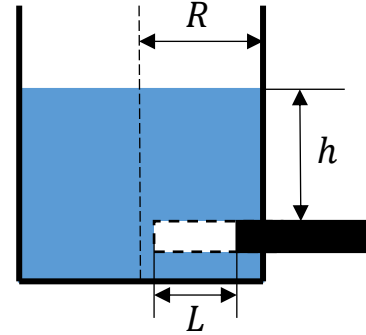
Від місця удару по кільцю йде два імпульси звукових хвиль у протилежний напрямках. У момент кожної зустрічі ці хвилі поступово слабшають.

Перший раз вони приходять до датчика майже за рівні інтервали часу, які відрізняються малим значенням часу $t = 0,1$ мс. Другий раз, пройшовши відстань рівну довжині кола L , вони зустрічаються через час $t + \tau = \frac{L}{v}$, але їх інтенсивність уже менша. Далі рух продовжується подібно.

Позначимо відстань від місця удару до датчика як $S < \frac{L}{2}$. Тоді $t = \frac{L-S}{v} - \frac{S}{v}$.

Звідси $S = \frac{L\tau}{2(\tau+t)} = 45\text{ см}$.

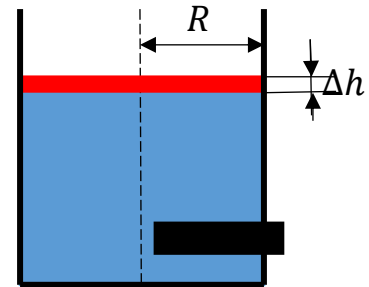
3. У циліндричній посудині радіусом R , що частково заповнена рідиною, густина якої ρ , у боковій стінці зроблено отвір, який закритий пробкою. Яку роботу необхідно виконати, щоб удавити пробку в посудину на відстань L ? Пробка має форму циліндра радіусом r . Центр отвору знаходиться на глибині h . Посудина достатньо висока, щоб рідина з неї не виливалася. Тертям знехтувати.



Розв'язок

Спосіб I.

Під час удавлювання пробка витісняє частину води об'ємом ΔV і рівень води підвищується на висоту Δh . При цьому зростає його потенціальна енергія. Робота по вдавлюванню пробки дорівнюватиме зміні потенціальної енергії води в об'ємі ΔV :



$$A = \Delta E_{\text{п}} = \Delta mg \left(h + \frac{\Delta h}{2} \right) = \rho \Delta V g \left(h + \frac{\Delta h}{2} \right) \quad (1).$$

Об'єм витісненої води дорівнює об'єму втиснутої частини пробки: $\Delta V = \Delta V_{\text{пр}}$. Оскільки $\Delta V = \pi R^2 \Delta h$, $\Delta V_{\text{пр}} = \pi r^2 L$ (2), то $\pi R^2 \Delta h = \pi r^2 L$. Звідси $\Delta h = \frac{r^2 L}{R^2}$ (3).

Підставимо вирази (2), (3) у вираз (1): $A = \rho g \pi r^2 L \left(h + \frac{r^2 L}{2 R^2} \right)$.

Спосіб II.

Робота з втискання пробки дорівнюватиме роботі по подоланню сили гідростатичного тиску: $A = F_c L$ (1), де F_c – середня сила гідростатичного тиску. $F_c = p_c S_{\text{пр}}$ (2), де $p_c = \frac{p_{\text{поч}} + p_{\text{кінц}}}{2} = \frac{\rho g h + \rho g (h + \Delta h)}{2} = \frac{\rho g (2h + \Delta h)}{2}$ (3); $S_{\text{пр}} = \pi r^2$ (4).

Підставимо вирази (4), (3) в (2): $F_c = \frac{\rho g (2h + \Delta h) \pi r^2}{2}$ (5).

Об'єм виштовхнутої води дорівнює об'єму втиснутої частини пробки: $\pi R^2 \Delta h = \pi r^2 L$. Звідси $\Delta h = \frac{r^2 L}{R^2}$ (6).

Підставимо вирази (5), (6) в (1): $A = \rho g \pi r^2 L \left(h + \frac{r^2 L}{2 R^2} \right)$.

4. Деяку кількість води нагрівають електронагрівником з потужністю $P = 500$ Вт. Якщо увімкнути нагрівник на час $t_1 = 2$ хв, то температура води підвищується на $T = 1$ К, а тоді вимкнути, то вода охолоне на ту ж величину T за час $t_2 = 1$ хв. Яку масу води нагрівають, якщо втрати теплоти у навколишнє повітря пропорційні часові? Питома теплоємність води $c = 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

Розв'язок

Якщо нагрівник увімкнути, то енергія $E = Pt_1$ йде на нагрівання води $Q = cm\Delta T$ та у навколишнє середовище $Q_1 = \alpha t_1$, де α – коефіцієнт тепловіддачі. За законом збереження енергії $E = Q + Q_1$;

$$Pt_1 = cm\Delta T + \alpha t_1. \quad (1)$$

Якщо нагрівник вимкнтий, то кількість теплоти Q , яку отримала вода при нагріванні, передається в навколишнє середовище пропорційно часу $Q_2 = \alpha t_2$. У даному випадку закон збереження енергії запишеться як $Q = Q_2$;

$$cm\Delta T = \alpha t_2. \quad (2)$$

Розв'язавши систему рівнянь (1) та (2), отримаємо:

$$\alpha = \frac{Pt_1}{t_1 + t_2};$$

$$m = \frac{\alpha t_2}{c\Delta T} = \frac{Pt_1 t_2}{c\Delta T(t_1 + t_2)} = 4,8 \text{ кг.}$$