

**Розв'язки завдань**  
**II етапу Всеукраїнської олімпіади з фізики (2016 рік)**  
**8 клас**

Задача 1

Баба Яга вирішила зустрітися з Лісовиком. Першу половину шляху вона летіла з швидкістю 20 км/год. Потім спустився туман і наступну половину часу, який залишився до зустрічі, Баба Яга пролетіла з швидкістю 10 км/год. Потім у неї зламалася мітла і їй прийшлося йти пішки з швидкістю 5 км/год. З якою середньою швидкістю рухалася Баба Яга.

Розв'язок

Рух баби Яги відбувається на трьох етапах: I етап має шлях  $S_1 = \frac{S}{2}$  протягом часу  $t_1$ ; час руху на II та III етапах однаковий  $t_2 = t_3$ .

Для першого етапу  $t_1 = \frac{S}{2v_1}$  (1).

Для другого та третього –  $t_2 = \frac{t-t_1}{2}$  і відповідно шлях:

$$S_2 = v_2 \frac{t-t_1}{2}, S_3 = v_3 \frac{t-t_1}{2}.$$

На другому та третьому етапах Баба Яга здійснила рух на відстані, що дорівнює половині загального шляху

$$\frac{S}{2} = S_2 + S_3 = \frac{t-t_1}{2}(v_2 + v_3).$$

Звідси загальний час руху дорівнює  $t = \frac{S}{v_2+v_3} + t_1$ . Підставивши формулу (1), отримаємо, що  $t = S \left( \frac{1}{v_2+v_3} + \frac{1}{2v_1} \right) = S \left( \frac{2v_1+v_2+v_3}{2v_1(v_2+v_3)} \right)$ .

$$\text{Середня швидкості руху } v_c = \frac{S}{t} = \frac{2v_1(v_2+v_3)}{2v_1+v_2+v_3} \approx 11 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

Задача 2

Хлопчик тримає за один кінець дошку, а другий її кінець лежить на циліндрі. Дошка при цьому горизонтальна. Потім хлопчик рухає дошку вперед, внаслідок чого циліндр котиться без проковзування по горизонтальній площині. Ковзання по циліндру також відсутнє. Який шлях повинен пройти хлопчик, щоб досягнути циліндра, якщо довжина дошки  $l$ ?

Розв'язок

Час руху хлопчика й циліндра однаковий, але швидкість верхньої точки циліндра більша за швидкість переміщення його осі. Тому, коли хлопчик пройде шлях, який дорівнює довжині дошки  $l$ ,

циліндр переміститься вліво на відстань  $\frac{1}{2}l$ . Звідси випливає, що хлопчику до циліндра треба пройти шлях, який дорівнює  $2l$ .

### Задача 3

У теплоізолюваній посудині з водою плаває кусочок льоду масою 1 кг, у який вмерзла свинцева дробинка. Коли кусочку льоду надали 32 кДж теплоти, він почав тонути. Яка маса дробинки? Густина льоду  $0,9 \text{ г/см}^3$ , питома теплота плавлення льоду  $340 \text{ кДж/кг}$ , густина свинцю  $11,3 \text{ г/см}^3$ .

#### Розв'язок

Після того, як лід отримав теплоту, його маса стала  $m_{\text{л}} = m - \frac{Q}{\lambda}$  (1).

Коли кусочок льоду починає тонути, він повністю занурюється в воду, тому сила тяжіння, яка діє на лід з дробинкою, повинна урівноважуватися силою Архімеда:

$(m_{\text{л}} + m_{\text{д}})g = \rho_{\text{в}}g(V_{\text{л}} + V_{\text{д}})$  (2), де  $m_{\text{д}}, V_{\text{д}}$  – відповідно маса та об'єм дробинки,  $V_{\text{л}}$  – об'єм льоду,  $\rho_{\text{в}}$  – густина води. Врахуємо, що  $V_{\text{л}} = \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{л}}}$  (3),  $V_{\text{д}} = \frac{m_{\text{д}}}{\rho_{\text{с}}}$  (4), де  $\rho_{\text{л}}$  – густина льоду,  $\rho_{\text{с}}$  – густина свинцю.

Після підстановки виразів (1), (3) і (4) у формулу (2) та її перетворення, отримаємо  $m_{\text{д}} = \frac{(m - \frac{Q}{\lambda})(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}})\rho_{\text{с}}}{\rho_{\text{л}}(\rho_{\text{с}} - \rho_{\text{в}})} = 7 \text{ г}$ .

### Задача 4

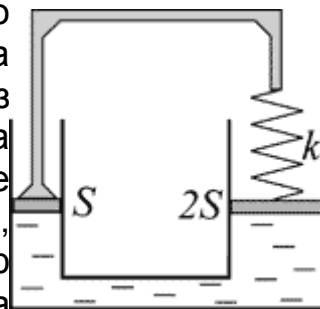
До дна басейну, заповненого водою, прив'язана дитяча гумова кулька, наповнена воднем. Як зміниться потенціальна енергія води в басейні, якщо кулька лопне? Відповідь обґрунтуйте.

#### Розв'язок

Після того, як кулька лопне, водень вийде з води, а його місце заповниться водою, яка буде мати об'єм, такий же як і кулька.. Потенціальна енергія цієї води при русі з поверхні води до місця розташування кульки зменшиться на величину  $\Delta E = m_{\text{в}}gh = \rho_{\text{в}}V_{\text{к}}gh$ , де  $\rho_{\text{в}}$  – густина води,  $V_{\text{к}}$  – об'єм кульки,  $h$  – глибина басейну.

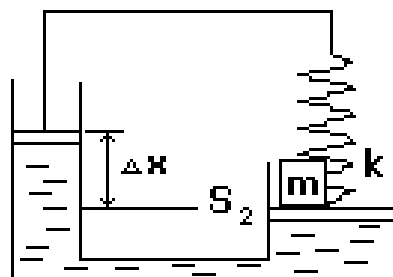
## Задача 5

У системі сполучених посудин до лівого поршня на кронштейні прикріплена пружина жорсткістю  $k$ , яка іншим своїм кінцем з'єднана з правим поршнем. Коли поршні знаходяться на одному рівні, пружина залишається не розтягнутою. На скільки розтягнеться пружина, якщо на правий поршень покласти вантаж масою  $m$ ? Площі поршнів дорівнюють  $S$  та  $2S$ . Густина рідини  $\rho$ . Поршні, кронштейн та пружину вважайте невагомими. Вважайте, що кронштейн може рухатися тільки вертикально.



### Розв'язок

Нехай пружина розтягнулася на  $\Delta x$ . На таку ж величину підніметься лівий поршень відносно правого. Нехай тиск води під лівим поршнем дорівнює  $P$ , атмосферний тиск  $P_0$ . На лівий поршень діють сила атмосферного тиску  $P_0 S_1$ , сила тиску води знизу  $PS_1$  та сила зі сторони кронштейна, яка дорівнює силі, з якою пружина діє на кронштейн, тобто  $k\Delta x$  та напрямлена вниз. Сили урівноважуються:  $P_0 S_1 + k\Delta x = PS_1$ . Звідси  $P - P_0 = \frac{k\Delta x}{S_1}$  (1).



Тиск води під правим поршнем дорівнює  $P + \rho g \Delta x$ . Окрім того, на правий поршень діють вага вантажу  $mg$  та сила пружності  $k\Delta x$ . Тобто,  $(P + \rho g \Delta x)S_2 + k\Delta x = P_0 S_2 + mg$  (2).

Підставимо вираз (1) в (2) та врахуємо, що  $S_1 = S$ ,  $S_2 = 2S$ . Отримаємо,  $(P - P_0)S_2 + \rho g \Delta x S_2 + k\Delta x = mg$ ;

$$3k\Delta x + \rho g \Delta x 2S = mg \rightarrow \Delta x = \frac{mg}{3k + 2\rho g S}.$$