

### Задачі теоретичного туру IV етапу XLVII Всеукраїнської олімпіади з фізики. 8 клас

1. До кінця підвішеної вертикально пружини, масою якої можна знехтувати, підвішують вантаж масою  $m$ . Потім до середини вже розтягнутої пружини підвішують ще один вантаж тієї самої маси. Визначити довжину розтягнутої пружини, якщо її жорсткість дорівнює  $k$ , а довжина в нерозтягнутому стані –  $L_0$ .

1. К концу подвешенной вертикально пружины, массой которой можно пренебречь, подвешивают груз массой  $m$ . Затем к середине уже растянутой пружины подвешивают еще один груз той же массы. Определить длину растянутой пружины, если ее жесткость равна  $k$ , а длина в нерастянутом состоянии –  $L_0$ .

2. В герметично закритій посудині у воді плаває крижинка масою  $M=0.1\text{кг}$ , в яку вмержла свинцева дробинка масою  $m=5\text{г}$ . Яку кількість теплоти треба витратити, щоб дробинка почала тонути? Густина свинцю  $11300\text{ кг/м}^3$ , густина криги —  $900\text{ кг/м}^3$ , теплота плавлення криги —  $330\text{ кДж/кг}$ . Температура води в посудині —  $0^\circ\text{C}$ .

2. В герметически закрытом сосуде в воде плавает льдинка массой  $M=0.1\text{кг}$ , в которую вмержла свинцовая дробинка массой  $m=5\text{г}$ . Какое количество теплоты нужно затратить, чтобы дробинка начала тонуть? Плотность свинца  $11300\text{ кг/м}^3$ , плотность льда —  $900\text{ кг/м}^3$ , теплота плавления льда —  $330\text{ кДж/кг}$ . Температура воды в сосуде —  $0^\circ\text{C}$ .

3. Дві однакові довгі нитки просунуті одна над іншою на відстані  $h = 4\text{ см}$  поміж різних сторінок товстого тому енциклопедії. Учень 8-го класу визначив, що одну з ниток витягувати значно легше ніж іншу. Тоді він прив'язав ці нитки до сірника, а ще однією ниткою перехопив сірник у такому місці, щоб, коли потягнути за неї, сірник рухався не нахилиючись (див. Рис.1). Виявилось, що третя нитка знаходиться не по центру сірника, а ділить його у співвідношенні 2:1. Потім учень поклав на том енциклопедії ще два таких самих томи і був змушений змістити третю нитку із її положення на  $1/8$  довжини сірника.

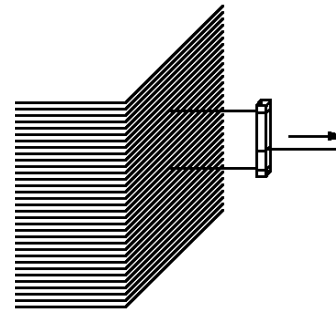


Рис.1

3. Две одинаковые длинные нитки проброшены одна над другой на расстоянии  $h = 4\text{см}$  между разных страниц толстого тома энциклопедии. Ученик 8-го класса определил, что одну из нитей вытягивать значительно легче, чем другую. Тогда он привязал эти нитки к спичке, а еще одной нитью перевязал спичку в таком месте, чтобы, когда потянуть за нее, спичка двигалась не наклоняясь (см. Рис.1). Оказалось, что третья нить находится не по центру спички, а делит ее в соотношении 2:1. Потом ученик положил на том энциклопедии еще два таких же тома и был вынужден сместить третью нить из этого положения на  $1/8$  длины спички.

• Попробуйте определить толщину  $H$  энциклопедии. • Что необходимо для использования рассмотренного "устройства" для взвешивания разных тел?

4. На дні озера знаходиться неповна закоркована скляна пляшка, у якій міститься 1.3 кілограми олії. Знайдіть роботу, яку треба виконати щоб підняти цю пляшку з дна водойми на борт катера, який знаходиться на висоті 3 метри над поверхнею води. Порожня пляшка має масу 200г, а її зовнішній об'єм 1,5 літра.

4. На дне озера находится неполная закупоренная стеклянная бутылка, в которой содержится 1.3 килограмма растительного масла. Найдите работу, которую нужно выполнить, чтобы поднять эту бутылку со дна водоема на борт катера, который находится на высоте 3 метра над поверхностью воды. Пустая бутылка имеет массу 200г, а ее внешний объем 1,5 литра.

5. Вантажник котить бочку на гірку (Рис.2). Для цього він повільно тягне за перекинуту через бочку мотузку з силою  $F=300\text{Н}$ . При цьому мотузка паралельна до схилу гірки, який утворює кут  $\alpha=30^\circ$  з горизонтом, а інший кінець мотузки закріпленій нагорі. Визначити масу  $m$  бочки. Коефіцієнт сили тяжіння  $g=10\text{ Н/кг}$ .

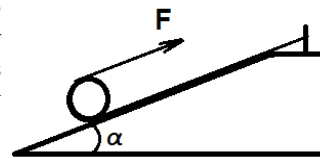


Рис.2

5. Грузчик катит бочку на горку (Рис.2). Для этого он медленно тянет за переброшенную через бочку веревку с силой  $F=300\text{Н}$ . При этом веревка параллельна к склону горки, который составляет угол  $\alpha=30^\circ$  с горизонтом, а другой конец веревки закреплен наверху склона. Определить массу  $m$  бочки. Коэффициент силы тяжести  $g=10\text{ Н/кг}$ .

Задачі запропонували: С.У.Гончаренко (1,2,5), О.Ю.Орлянський (3), А.М.Шарий (4).

Задача №1 8 клас

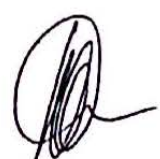
При підвішуванні першого вантажу пружина розтягується на величину:  $mg = k\Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{mg}{k}$ ,

можна вважати, що половина пружини розтягнеться на  $\Delta l_{\frac{1}{2}} = \frac{mg}{2k}$ . Звідси можна сказати, що коефіцієнт жорсткості половини пружини удвічі більший за коефіцієнт цілої пружини.

Тому при підвішування до середини пружини ще одного вантажу, видовження другої її половини не зміниться, а першої збільшиться на величину  $\Delta l'_{\frac{1}{2}} = \frac{mg}{2k}$ , тоді повне видовження цієї частини

дорівнює:  $\Delta L_{\frac{1}{2}} = \frac{mg}{2k} + \frac{mg}{2k} = \frac{mg}{k}$ , а довжина всієї розтягнутої пружини

дорівнює:  $L = l_0 + \Delta l_{\frac{1}{2}} + \Delta L_{\frac{1}{2}} = l_0 + \frac{mg}{2k} + \frac{mg}{k} = l_0 + \frac{3mg}{2k}$

 / Селезнев Ю.О.  
Шаф (Сидоров О.О.)

8 кл

Задача №4

Умова занурення у воду крижинки з дробинкою визначається рівністю сили тяжіння і виштовхувальної сили:

$$(M_x + m)g = g\rho_e V,$$

де  $M_x$  – маса крижинки при зануренні, а загальний об'єм дробинки та крижинки становить

$$V = \frac{m}{\rho_c} + \frac{M_x}{\rho_s}.$$


З цієї умови отримуємо кількість льоду, яка зануриться разом з дробинкою:

$$M_x + m = \rho_e \left( \frac{m}{\rho_c} + \frac{M_x}{\rho_s} \right)$$

$$M_x = \frac{m\rho_s}{\rho_c} \cdot \frac{(\rho_c - \rho_e)}{\rho_e - \rho_s} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{900}{11320} \cdot \frac{(11300 - 1000)}{1000 - 900} =$$

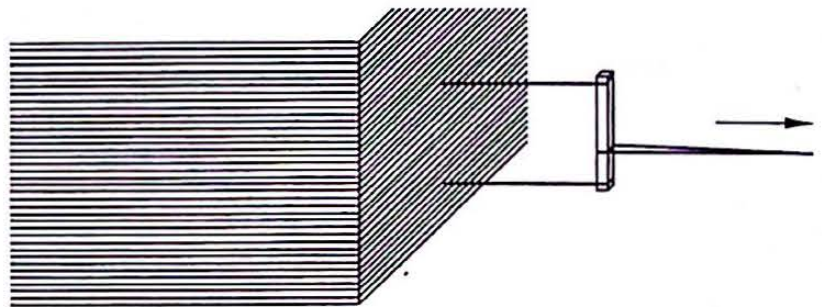
$$5 \cdot 10^{-3} \frac{900 \cdot 10300}{11320 \cdot 100} = 41 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)}$$

Маса льоду, що розтане дорівнює:  $\Delta M = M - M_x = 100 - 41 = 59 \text{ (г)}$ , а потрібна для цього кількість теплоти дорівнює  $Q = \lambda \Delta M = 59 \cdot 330 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 = 19,47 \text{ кДж}$ .

 / Селезюк В 100 /  
Гмд (Галатюк 20 м)

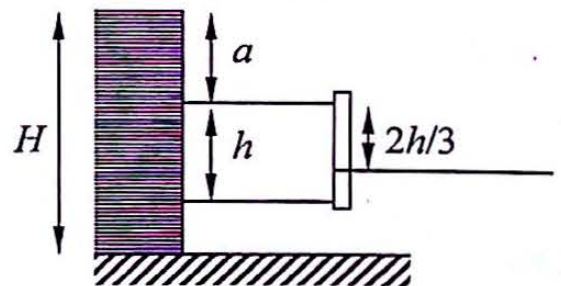
"Рукописи не горять" Дві однакові довгі нитки просунуті одна над іншою на відстані  $h = 4$  см між різних сторінок товстого тому енциклопедії. Учень 8-го класу визначив, що одну з ниток витягувати значно легше ніж іншу. Тоді він прив'язав ці нитки до сірника, а ще однією ниткою перехопив сірник у такому місті, щоб, коли потягнути за неї, сірник рухався не нахилиючись (див. Рис.). Виявилось, що третя нитка знаходиться не по центру сірника, а ділить його у співвідношенні 2:1. Потім учень поклав на том енциклопедії ще два таких самих тома і був змушений змістити третю нитку із цього положення на  $1/8$  довжини сірника, щоб сірник знову рухався не нахилиючись.

- Спробуйте визначити товщину  $H$  енциклопедії.
- Що необхідно для використання розглянутого "пристрою" для зважування різних тіл?



Розв'язок. • По-перше, зазначимо, що сила, яку треба докладати до нитки, щоб її витягувати, пропорційна до маси, а отже і товщини, паперу, який знаходиться зверху. По-друге, обкладинки енциклопедії майже не впливають на точність відповіді, оскільки зроблені знову ж таки з паперу і мають відповідну до своєї маси товщину.

Тоді з умови рівноваги сірника відношення сил натягу нижньої нитки до верхньої дорівнює



$$\frac{F_n}{F_o} = \frac{a+h}{a} = \frac{2h/3}{h/3} = 2$$

Звідки знаходимо, що відстань від верхньої нитки до верхнього краю енциклопедії (див. Рис.)  $a = h = 4$  см. Коли зверху кладуть ще два томи товщиною  $H$ , відношення сил натягу нижньої нитки до верхньої має аналогічний вигляд

$$\frac{F'_n}{F'_o} = \frac{a+h+2H}{a+2H} = \frac{2h/3-x}{h/3+x},$$

де  $x = \frac{h}{8}$  - відстань, на яку піднімають третю нитку, щоб зберегти рівновагу сірника.


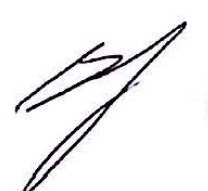
Звіт №3 с. 26

$$\frac{a+h+2H}{a+2H} = \frac{2h/3 - h/8}{h/3 + h/8},$$

$$\frac{2h+2H}{h+2H} = \frac{13}{11}.$$

Розв'язуючи рівняння, знаходимо  $H = \frac{9}{4}h = 9 \text{ см.}$

• Для зважування інших тіл, необхідно, по-перше, щоб навантаження від них, рівномірно розподілялося по площині аркуша (чому сприяє картон обкладинки). По-друге, необхідно або знати масу енциклопедії, або мати тіло відомої маси, щоб провести контрольне вимірювання. Звісно, маси, які ми зважуємо за змінами положення третьої нитки, не можуть бути ані дуже великими, ані малими. Для збільшення точності замість сірника можна використати паличку з більшою відстанню між нитками.

 / Селезнев О.О.  
 (Чумаць М.В.)

8 кл

### Задача №4

На дні озера знаходиться неповна закоркована скляна пляшка, у якій міститься 1,3 кілограми олії. Знайдіть роботу, яку треба виконати щоб підняти цю пляшку з дна водойми на борт катера, який знаходиться на висоті 3 метри над поверхнею води. Порожня пляшка має масу 200г, а її зовнішній об'єм 1,5 літра.

I варіант

$$V = 1,5 \text{ л}$$
$$m_1 = 1,3 \text{ кг}$$

$$m_2 = 200 \text{ г}$$

$$h = 3$$

A - ?

Знайдемо мінімальну силу, яку треба прикласти до тіла, щоб підняти його у воді, вона дорівнює:  $F = F_{\text{Арх}} - mg$ , де сила Архімеда дорівнює:

$$F_{\text{Арх}} = \rho g V = 10^3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot g \text{ (н)}, \text{ а сила тяжіння:}$$

$$mg = (m_1 + m_2)g = (1,3 + 0,2)g = 1,5g \text{ (н)}. \text{ Таким чином сила } F = 0,$$

значить робота по підніманню пляшки у воді теж дорівнює нулю, і повна робота дорівнює роботі по підніманню тіла у повітрі на висоту  $h$

$$A = mgh = 1,5 \cdot 9,8 \cdot 3 = 44,1 \text{ (Дж)}$$

II варіант

Оскільки середня густина пляшки

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V} = \frac{1,3 + 0,2}{1,5 \cdot 10^{-3}} = 1000 \text{ кг/м}^3, \text{ | рівна густині води, то пляшка не спливає і не}$$

тоне, рівнодійна сил, які на неї діють, рівна нулю. Тому при підйманні її з дна водойми до поверхні води робота не виконується.

Для підймання над поверхнею води робота може бути обчислена за формулою:

$$A = mgh = 1,5 \cdot 9,8 \cdot 3 = 44,1 \text{ (Дж)}.$$

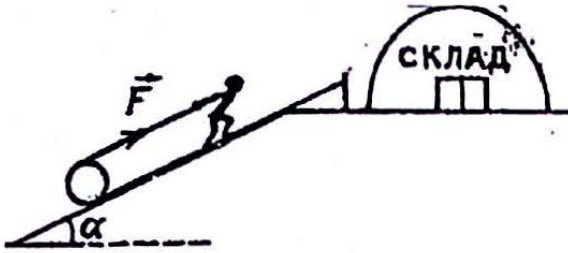
 / Селезньова

Шеф / Рубцова 41.1

 Шарин А.М.

8 кл

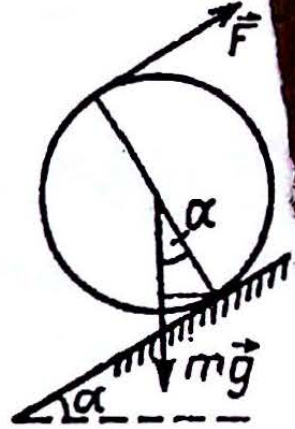
Задача №5



оскільки катет, який лежить проти кута  $30^\circ$  удвічі менший за гіпотенузу. Отже

$$2RF = \frac{1}{2}mgR \quad \text{звідки} \quad m = 4 \frac{F}{g} = 120 \text{ кг}$$

Оскільки бочку котять повільно, момент сили тяжіння відносно точки дотику бочки до схилу зрівноважується моментом сили  $F$ , плече якої дорівнює  $2R$ , а плече сили тяжіння дорівнює  $\frac{1}{2}R$ ,



*[Signature]* / Селезнев В. М.  
*[Signature]* / Мона 2. М.  
*[Signature]* / Наумчик А. Д.