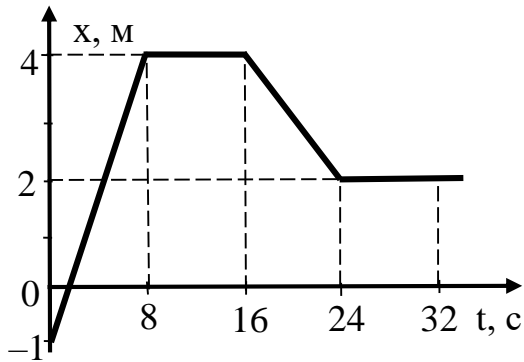
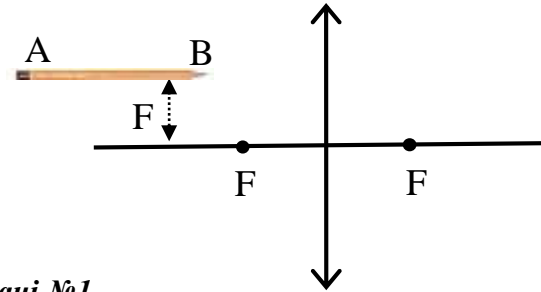


**Контрольна робота  
з ФІЗИКИ 11 клас (2015)**

1. Який шлях пройшла частинка, рух якої зображено на графіку, від кінця третьої до кінця дев'ятнадцятої секунди?



*До задачі №1*



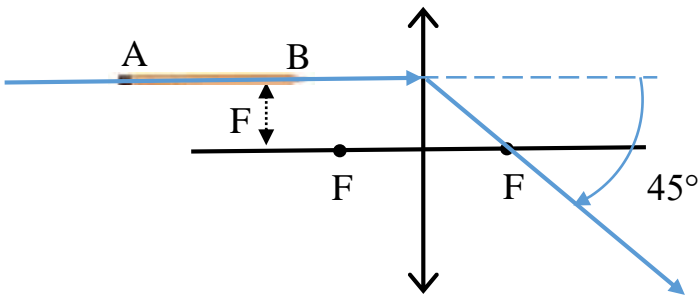
*До задачі №2*

**Розв'язок**

$t_1 = 3$  с,  $t_3 = 19$  с.  $x_1 = 0,875$  м;  $x_3 = 4$  м;  $x_4 = 0,75$  м;  $s = x_3 - x_1 + x_4 = 3,125 + 0,75 = 3,875$  м.

2. Олівець розташували паралельно до головної оптичної осі збиральної лінзи на відстані  $F$  від неї (див. рисунок). Який кут утворюють напрямки олівця і його зображення у лінзі?

**Розв'язок**



3. Два тіла масами  $m$  та  $3m$  зв'язані одне з одним ниткою стоять на гладкій горизонтальній поверхні. Відомо, що менше тіло можна тягнути з максимальною горизонтальною силою  $F$  і це не приведе до розриву нитки. У скільки разів більшою максимальною горизонтальною силою можна тягнути більше тіло, щоб нитка не розірвалася?

**Розв'язок**

Максимальною сила буде, якщо при тягненні тіла нитка натягується з граничною силою  $F$ . Тоді сила, з якою ми тягнемо дорівнює:  $F = (m_1 + m_2) \cdot a$ . А для другого тіла:  $F_2 = m_2 \cdot a$ , звідки:  $F = (m_1 + m_2) \cdot F_2 / m_2$  при тягненні з інше тіло  $F' = (m_1 + m_2) \cdot F_2 / m_1$  тоді співвідношення сил дорівнює співвідношенню мас  $F' / F = m_2 / m_1 = 3$ .

4. Металевий кубик з ребром 6 см і густиною  $7,3$  г/см<sup>3</sup> плаває в ртуті (густина  $13,6$  г/см<sup>3</sup>). Поверх ртуті наливається вода (густина  $1$  г/см<sup>3</sup>) так, що її поверхня знаходиться на одному рівні з верхньою гранню кубика. Яка висота шару води?

**Розв'язок**

На рівні нижньої грані кубика шари рідин та сам кубик утворюють однаковий тиск, а тому:

$$\rho_k g h_k = \rho_p g h_p + \rho_v g h_v. \text{ Крім того } h_k = h_p + h_v, \text{ Тоді невідома}$$

$$h_v = h_k \cdot (\rho_p - \rho_k) / (\rho_p - \rho_v) = 6 \cdot (13,6 - 7,3) / (13,6 - 1) = 3 \text{ см} = \mathbf{0,03 \text{ м}}$$

5. Два тіла масами 2 кг і 3 кг, що рухаються у взаємно перпендикулярних напрямках один до одного зі швидкостями 3 і 2 м/с відповідно, злипаються при зіткненні. Яка кількість тепла виділяється при цьому?

### **Розв'язок**

Внаслідок закону збереження імпульсу сумарний імпульс:

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2; p_1 = m_1 \cdot v_1 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}; p_2 = m_2 \cdot v_2 = 3 \cdot 2 = 6 \text{ кг} \cdot \text{м/с};$$

Оскільки швидкості (імпульси) перпендикулярні, то  $p = \sqrt{2} p_1$ . Тоді  $(m_1 + m_2) v = \sqrt{2} m_1 v_1$

Внаслідок закону збереження енергії:

$$Q = m_1 v_1^2 / 2 + m_2 v_2^2 / 2 - (m_1 + m_2) v^2 / 2 = m_1 v_1^2 / 2 + m_2 v_2^2 / 2 - (m_1 + m_2) (\sqrt{2} m_1 v_1 / (m_1 + m_2))^2 / 2 = \mathbf{7,8 \text{ Дж}}$$

6. Фундаментальні фізичні сталі: швидкість світла, стала Планка, гравітаційна стала мають у системі СІ наступні числові значення:  $3 \cdot 10^8$ ,  $6,63 \cdot 10^{-34}$ ,  $6,67 \cdot 10^{-11}$ . Який порядок (в системі СІ) має величина розмірності довжини, що побудована з цих констант. У відповіді навести лише значення десяткового степеню.

### **Розв'язок**

Відомо, що розмірність названих величин:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}, h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} = 6,63 \cdot 10^{-34} (\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}), G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2 = 6,67 \cdot 10^{-11} (\text{м}^3 / \text{с}^2 \cdot \text{кг}).$$

Для побудови величини розмірності довжини (м) треба:

$$l = \sqrt{\frac{h \cdot G}{c^3}} = \sqrt{\frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}}{27 \cdot 10^{24}}} = 1,6 \cdot 10^{-35} \text{ м}.$$

Порядок цієї величини характеризує фундаментальну (Планківську) довжину.

7. При ізотермічному розширенні тиск газу зменшився на 20%. На скільки відсотків збільшився об'єм газу?

### **Розв'язок**

При ізотермічному процесі:  $P_1 V_1 = P_2 V_2$ . Зменшення тиску

$$\Delta P = P_1 - P_2 = 0,2 P_1. (V_2 - V_1) / V_1 = (P_1 V_1 / P_2 - V_1) / V_1 = P_1 / P_2 - 1 = 1 / 0,8 - 1 = 0,25 \Rightarrow \mathbf{25\%}$$

8. Тупими ножицями намагаються різати циліндричний зразок радіусу 6 мм, але він замість цього висковзує. В деяку мить часу пальці, що знаходяться на відстані 4 см від осі обертання лез у кільцях ножиць, рухаються зі швидкістю по 2 см/с кожний. З якою швидкістю рухається дріт, якщо кут розходження лез ножиць на цю мить  $45^\circ$ ? Вважати  $\sqrt{3} = 1,7$  та  $\sqrt{2} = 1,4$

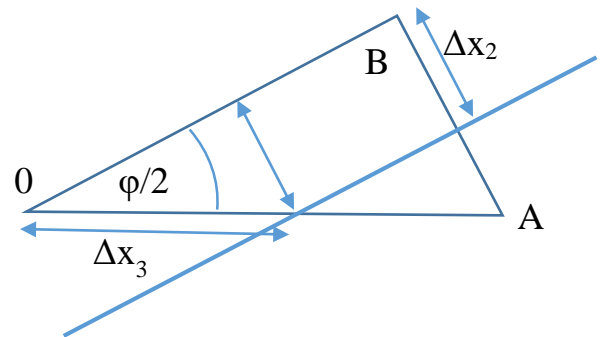
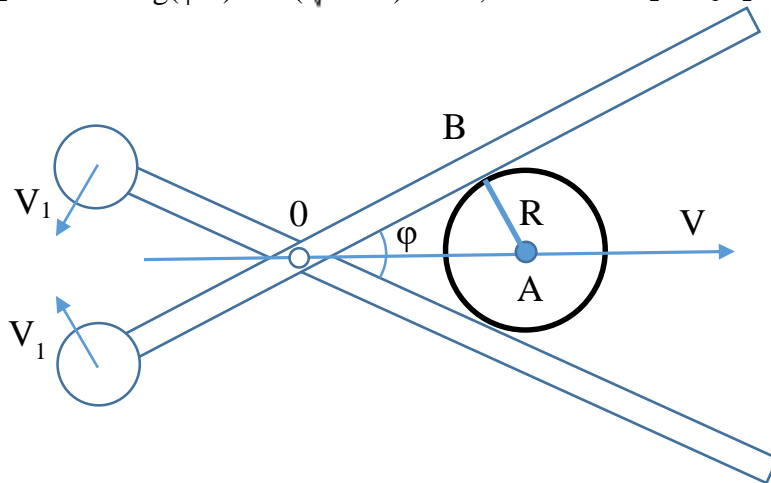


**Розв'язок**

$$\tan\left(\frac{\pi}{8}\right) \rightarrow \sqrt{2} - 1 \quad \sin\left(\frac{\pi}{8}\right) \rightarrow \frac{\sqrt{2} - \sqrt{2}}{2}$$

Кутова швидкість обертання лез:  $\omega = v_1/r_1 = v_2/r_2$

$$r_2 = OB = R/\text{tg}(\varphi/2) = 4/(\sqrt{2} - 1) = 4/0,4 = 10 \text{ мм} \quad v_2 = v_1 \cdot r_2/r_1 = 2 \cdot 10/60 = 0,33 \text{ см/с}$$



$$v_3 = v_2/\sin(\varphi/2) = 0,33/0,383 = 0,87 \text{ см/с}$$

$$v_3 = v_1 \cdot R/\text{tg}(\varphi/2)/r_1/\sin(\varphi/2) = v_1 \cdot R/r_1 \cdot \text{tg}(\varphi/2) \cdot \sin(\varphi/2) = 0,84 \text{ см/с}$$