

I-й етап Всеукраїнської олімпіади з фізики у Дніпропетровській області
25.10.2025 р. **8 клас** (умови і розв'язки)

1. (10 балів) Міні-завдання

1.1. Учень знайшов камінь неправильної форми. Його маса 270 г. Щоб визначити об'єм, учень занурив камінь у мірний циліндр з водою: рівень води піднявся з 200 мл до 290 мл. Обчислити густину речовини, з якої зроблений камінь. Густина води 1000 кг/м³.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,27 \text{ кг}}{(290 - 200) \cdot 10^{-6} \text{ м}^3} = \mathbf{3000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}$$

1.2. Лампочка потужністю 60 Вт працює щодня по 5 годин. Обчислити, скільки електроенергії вона споживає за місяць (30 днів) у SI. Скільки доведеться заплатити за цю енергію, якщо тариф – 4,32 грн/(кВт·год)?

$$E = 60 \text{ Вт} \cdot 5 \frac{\text{годин}}{\text{день}} \cdot 30 \text{ днів} = 60 \text{ Вт} \cdot 150 \text{ годин} = 60 \text{ Вт} \cdot 150 \cdot 3600 \text{ с} = \mathbf{32\,400\,000 \text{ Дж}}$$

$$60 \text{ Вт} \cdot 150 \text{ годин} \cdot 4,32 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}} = 9 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot 4,32 \frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}} = \mathbf{38,88 \text{ грн}}$$

1.3. На Землі скафандр має масу 20 кг, а астронавт 80 кг. Яка буде маса (m) та вага (P) астронавта в скафандрі на Місяці, якщо прискорення вільного падіння на Місяці 1,6 м/с²?

$$m = 20 \text{ кг} + 80 \text{ кг} = \mathbf{100 \text{ кг}}; \quad P = m \cdot g' = 100 \text{ кг} \cdot 1,6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \mathbf{160 \text{ Н}}$$

1.4. Кулька масою 200 г рухається зі швидкістю 6 м/с і вдаряється в нерухому кульку масою 300 г. Після удару перша кулька зупиняється. Яка швидкість другої кульки після удару?

$$m_1 V_1 = m_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{m_1}{m_2} V_1 = \frac{200 \text{ г}}{300 \text{ г}} 6 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \mathbf{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

1.5. Велосипедист рухається зі швидкістю 18 км/год впродовж 40 хвилин. Потім він рухається зі швидкістю 18 м/с впродовж 20 хвилин. Яку відстань він подолає? Яка середня швидкість велосипедиста за весь час руху?

$$S = 18 \frac{\text{км}}{\text{год}} \cdot \frac{2}{3} \text{ год} + 18 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1200 \text{ с} = 12 \text{ км} + 21,6 \text{ км} = 33,6 \text{ км}; \quad V_{\text{сер}} = \frac{33,6 \text{ км}}{40 \text{ хв} + 20 \text{ хв}} \\ = \mathbf{33,6 \frac{\text{км}}{\text{год}}}$$

2. (10 балів) Відкрита згори скляна трубка, в яку знизу доданий баласт масою m , плаває вертикально у воді так, що занурена наполовину від своєї довжини. В іншу таку ж саму трубку був доданий баласт $1,5m$. При цьому трубка занурилась на 0,6 від своєї довжини.

2.1. Знайти масу трубки, якщо $m = 100 \text{ г}$.

За законом Архімеда для першої та другої трубки

$$\begin{cases} (m_T + m)g = \rho \cdot g \cdot 0,5l \cdot S & (1); \\ (m_T + 1,5m)g = \rho \cdot g \cdot 0,6l \cdot S \end{cases}; \quad \frac{m_T + 1,5m}{m_T + m} = 1,2; \quad 0,2m_T = 0,3m; \quad m_T = 1,5m = \mathbf{150 \text{ г}}$$

2.2. На яку частину загального об'єму зануряться ці дві трубки, якщо їх зв'язати між собою.

$$(2m_T + 2,5m)g = \rho \cdot g \cdot \eta \cdot 2(l \cdot S) \quad (2); \quad 3(1) \rho \cdot g \cdot l \cdot S = 2(m_T + m)g \quad (3) \Rightarrow$$

$$(3) \text{ в } (2) \Rightarrow 5,5 \cdot mg = \eta \cdot 10mg \Rightarrow \eta = \mathbf{0,55}$$

3. (10 балів) На гойдалці сидять дві мавпи – велика масою 20 кг та маленька масою 10 кг. Велика знаходиться на відстані 1 м від центру гойдалки, а маленька на відстані 2,2 м.

3.1. Яка мавпа буде перевишувати та чому?

$$20 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м} < 10 \text{ кг} \cdot 2,2 \text{ м} \Rightarrow \text{маленька первісить}$$

3.2. Скільки бананів потрібно взяти мавпі, яка знаходиться зверху, щоб перевісити іншу мавпу. Вважати, що банан має масу 150 г.

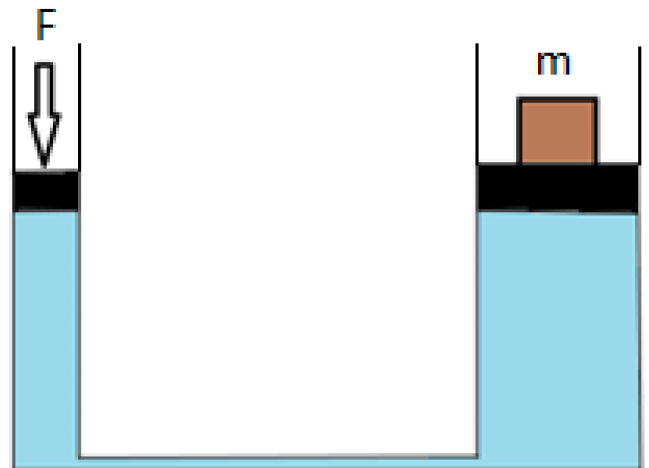
$$(20 \text{ кг} + n \cdot 0,15 \text{ кг}) \cdot 1 \text{ м} > 10 \text{ кг} \cdot 2,2 \text{ м} \Rightarrow n > \frac{22 \text{ кг} \cdot \text{м} - 20 \text{ кг} \cdot \text{м}}{0,15 \text{ кг} \cdot \text{м}} = 13\frac{1}{3}; \quad N \geq \mathbf{14}$$

3.3. Мавпи без бананів починають рухатись назустріч одна одній зі швидкостями велика 10 см/с, маленька 30 см/с. Через який час гойдалка почне перекидуватись в інший бік?

$$20 \text{ кг} \left(1 \text{ м} - 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot t\right) = 10 \text{ кг} \left(2,2 \text{ м} - 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot t\right) \Rightarrow t = \mathbf{2 \text{ с}}$$

4. (10 балів) У гідравлічному пресі, який заповнений водою, площа малого поршня становить 5 см², а площа великого – 200 см². На маленький поршень діє сила 60 Н, а на великий поставлений деякий вантаж. Вся система знаходиться у рівновазі. Масами поршнів можна знехтувати.

4.1. Який тиск створюється у воді під поршнями (дивись рисунок)? Атмосферний тиск дорівнює 100 кПа.



$$P = P_a + \frac{F}{S_1} = \mathbf{220 \text{ кПа}}$$

4.2. Яка маса вантажу знаходиться на великому поршні?

$$P_a + \frac{F}{S_1} = P_a + \frac{mg}{S_2} \Rightarrow m = \frac{S_2 \cdot F}{S_1 \cdot g} = \mathbf{240 \text{ кг}}$$

4.3. Яка маса вантажу буде знаходитись на великому поршні, якщо рідину під ним замінити гліцерином, а під маленьким залишити воду? Вважати, що висота стовпчика води та гліцерину складає 50 см.

Густина води 1000 кг/м³, густина гліцерину 1250 кг/м³, прискорення вільного падіння 10 м/с².

$$P_a + \frac{F}{S_1} + \rho_v gh = P_a + \frac{m'g}{S_2} + \rho_r gh \Rightarrow m' = \frac{S_2 \cdot F}{S_1 \cdot g} + (\rho_v - \rho_r)h \cdot S_2 = \mathbf{237,5 \text{ кг}}$$

5. (10 балів) Одна астрономічна одиниця (а.о.) – це стандартна одиниця вимірювання відстані в астрономії, яка дорівнює середній відстані між Землею та Сонцем. Приблизно вона дорівнює 150 мільйонів кілометрів. Відстань від Марсу до Сонця складає приблизно 1,5 а.о.

5.1. За який час сигнал від марсохода дійде до Землі, якщо відомо що сигнал розповсюджується зі швидкістю 300 000 км/с? Знайдіть найбільший та найменший можливий час.

$$t_{min} = \frac{0,5 \text{ а.о.}}{300\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}} = \frac{0,5 \cdot 150\,000\,000 \text{ км}}{300\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}} = \mathbf{250 \text{ с}}$$

$$t_{max} = \frac{2,5 \text{ а.о.}}{300\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}} = \frac{2,5 \cdot 150\,000\,000 \text{ км}}{300\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}} = \mathbf{1250 \text{ с}}$$

5.2. Один марсіанський день, який має назву один сол, триває приблизно 24 години 39 хвилин та 35 секунд, а один марсіанський рік приблизно 669 солів. Припустимо, що марсоход примарсувався 1 січня 2030 року о 00:00 за київським часом. Яка буде дата та час в Києві через один марсіанський рік?

$$1 \text{ сол} = 24 \cdot 3600 \text{ с} + 39 \cdot 60 \text{ с} + 35 \text{ с} = 88775 \text{ с}; \quad 1 \text{ марс.рік} = 669 \cdot 88775 \text{ с} = 59\,390\,475 \text{ с}$$

$$1 \text{ рік} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = 31\,536\,000 \text{ с}$$

$$\text{пройде 1 рік та } (59\,390\,475 \text{ с} - 31\,536\,000 \text{ с}) = 27\,854\,475 \text{ с}$$

$$27\,854\,475 \text{ с} = 464\,241 \text{ хв та } 15 \text{ с}$$

$$464\,241 \text{ хв} = 7\,737 \text{ год та } 21 \text{ хв}$$

$$7\,737 \text{ год} = 322 \text{ діб та } 9 \text{ годин}$$

За 1 марсіанський рік пройде 1 рік, 322 діб, 9 годин, 21 хвилина та 15 секунд

Кількість днів по місяцям: 31 (січень) + 28 (лютий) + 31 (березень) + 30 (квітень)

+ 31 (травень) + 30 (червень) + 31 (липень) + 31 (серпень) + 30 (вересень)

+ 31 (жовтень) = 304 діб

та ще 18 повних днів $\Rightarrow$ **19 листопада 2031 року 9:21:15**

5.3. Марс зручніше всього вивчати під час протистояння, коли Земля знаходиться між Марсом та Сонцем. Визначте, через який проміжок часу повторюються протистояння Землі та Марсу.

Земля рухається з меншим періодом та більшою кутовою швидкістю. Кут який повинна описати Земля повинен бути на 360° більшим за кут, який описує Марс (тоді Земля і Марс знову будуть

знаходиться в протистоянні. Використовуючи формули для кутів через кутові швидкості отримуємо

$$\begin{aligned}\varphi_M &= \varphi_3 - 360^\circ \Rightarrow \omega_M t = \omega_3 t - 360^\circ \Rightarrow \frac{360^\circ}{T_M} t = \frac{360^\circ}{T_3} t - 360^\circ \Rightarrow \\ \frac{360^\circ}{59\,390\,475\text{ с}} t &= \frac{360^\circ}{31\,536\,000\text{ с}} t - 360^\circ \Rightarrow \frac{59\,390\,475\text{ с} - 31\,536\,000\text{ с}}{59\,390\,475\text{ с} \cdot 31\,536\,000\text{ с}} t = 1 \Rightarrow \\ t &\approx \mathbf{67\,240\,112\text{ с}} \approx \mathbf{2,13\text{ роки}}\end{aligned}$$

Задачі запропонував Ігор Гомілко, декан факультету фізики, електроніки та комп'ютерних систем Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара