

Семінар – практикум

**Методи розв'язування олімпіадних задач з
фізики теоретичного блоку для учнів 8, 9
класів**

Підготував:

Вільнянської

вчитель

**гімназії «Світоч»
Крошен Д.В.**

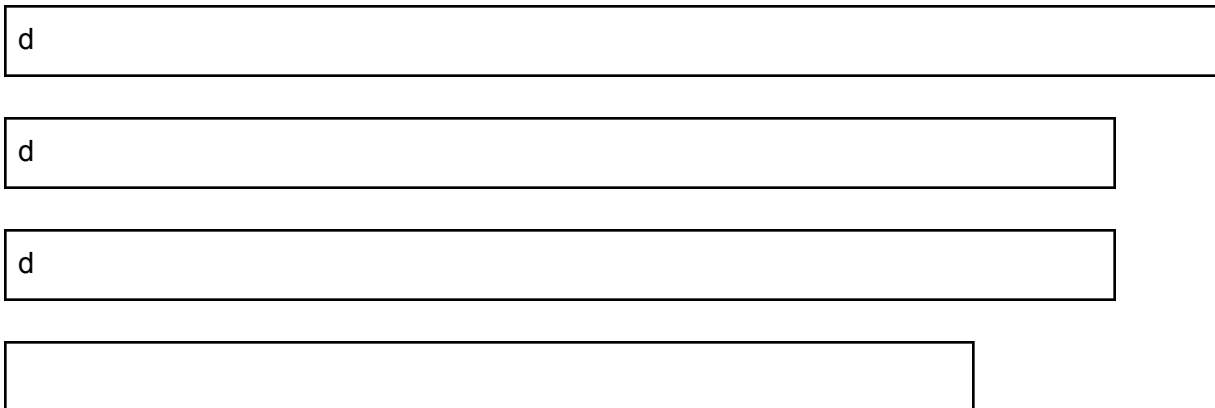
м. Вільнянськ
2011

1. Довести, що сосиска при варінні частіше розривається вздовж, а не впоперек. Вважати, що оболонка сосиски має однакову міцність у різних напрямках.

Розв'язування:

Рішенням задачі є розрахунок і порівняння сил, що діють на одиницю довжини периметра перерізу вздовж і впоперек сосиски (див. рис.)

SHAPE * MERGEFORMAT



Сила, що діє на одиницю довжини периметра поздовжнього перерізу визначається: .

Сила, що діє на одиницю довжини периметра поперечного перерізу визначається: .

Співвідношення цих сил:

. Якщо $d > d$, то сосиска (труба під тиском) розірветься вздовж, що і

відбувається на практиці. За іншого співвідношення між i і d лінія розриву може бути інакшою.

2. Чому тріщини у трубах, що лопаються взимку, коли в них замерзає вода, завжди поширюються вздовж, а не поперек труби?

Розв'язування:

Якщо тиск у трубі дорівнює p , то на одиницю товщини поперечного перерізу труби діє сила де R – радіус труби. На одиницю довжини поздовжнього перерізу труби діє сила де l – довжина труби. Порівнявши вирази (1) і (2), дійшли висновку, що одинична сила тиску у поздовжньому перерізі труби вдвічі більше сили тиску у поперечному перерізі труби, отже труба розривається завжди вздовж. З цієї ж причини розриваються вздовж сосиски і сардельки, коли їх варять.

3. У дві посудини, в кожній з яких знаходиться $M = 300$ г води при температурі $t = 80$ °С, опускають по кип'ятильнику. Потужність першого кип'ятильника вдвічі більше потужності другого. Скільки води википить у першій посудині до початку кипіння води у другій посудині? Питома теплоємність пароутворення води $L = 2,3 \cdot 10^6$

Дж/кг, питома теплоємність води $c = 4200$ Дж/кг·°С.

Розв'язування:

За законом збереження енергії для першої посудини маємо:

За законом збереження енергії для другої посудини маємо: У виразах (1) і (2) P_1 – потужність першого кип'ятильника, Δm_1 – маса води, що буде випаровуватися у першій посудині до початку кипіння води у другій посудині. Прирівнявши праві частини виразів (1) і (2), знайдемо шукану величину

4. Дві електрички довжиною $L = 200$ м кожна рухаються назустріч одна одній. Швидкість першої електрички менша, ніж другої, і дорівнює $u_1 = 40$ км/год. Відстань між точкою зустрічі перших вагонів електричок і точкою розходження останніх вагонів електричок дорівнює $d = 40$ м. Визначити швидкість u_2 другої електрички.

Розв'язування:

SHAPE * MERGEFORMAT

d

L

Протягом часу від моменту зустрічі електричок до моменту їх розходження перша електричка пройшла відстань $(L - d)$, а друга – $(L + d)$. Час руху першої електрички від моменту зустрічі з першим вагоном другої до моменту зустрічі останнього вагону першої електрички з останнім вагоном другої дорівнює t_1 = Аналогічний час для другої електрички t_2 = Так як $t_1 = t_2$, то = Розв'язавши рівняння (3) відносно u_2 , отримаємо шукану швидкість другої електрички:

5. На поверхні великого озера плаває крижина завтовшки 1 м. Якої найменшої довжини треба взяти мотузку, щоб дістати воду через ополонку в крижині? Густина льоду 900 кг/м³.

Розв'язування:

Відношення густини води і льоду становить 0,9, а це означає, що товщина крижини під водою становить 90 см. Тому відстань від поверхні крижини до води дорівнює 10 см. А це означає, що найменша товщина мотузки має бути 10 см.

6. Браслет масою 80 г зроблено зі сплаву золота й срібла. Обчислити масу золота в браслеті, якщо густина золота 19300 кг/м³, срібла – 10500 кг/м³. Відомо, що під час занурення браслета в посудину з водою рівень води піднявся на 2 мм. Стінки посудини - вертикальні, площа основи – 25 см².

Розв'язування:

Позначимо масу золота у браслеті m_1 , а срібла – m_2 . Маса браслета визначається $M = m_1 + m_2$ (1). Враховуючи, що об'єм браслету

дорівнює об'єму води, що ним витісняється, маємо, з геометричних міркувань $V_{\text{затоплене}} = V_{\text{затоплене}}$ а з фізичних міркувань – $V = V_{\text{затоплене}}$. Прирівняємо праві частини рівнянь (2) і (3): Об'єднаємо рівняння (1) і (4) в систему та розв'яжемо її відносно маси золота m_1 : $m_1 = \frac{\rho_2 V_{\text{затоплене}}}{\rho_1 - \rho_2}$.

7. Крижина сталої товщини плаває, виступаючи над рівнем води на $h = 3$ см. Знайдіть масу крижини, якщо площа її основи дорівнює $S = 250$ см². Густина льоду $\rho_1 = 900$ кг/м³, густина води $\rho_2 = 1000$ кг/м³.

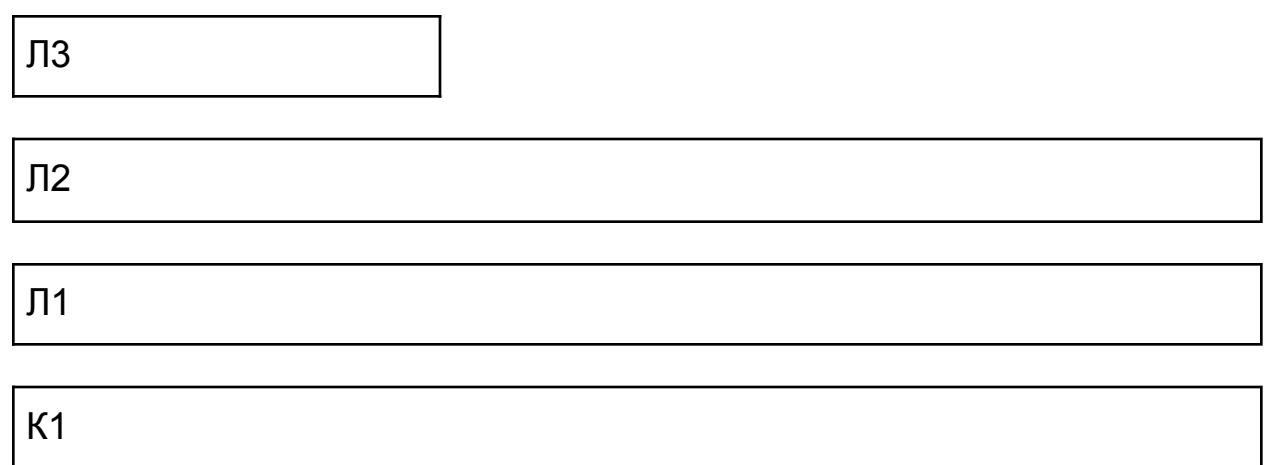
Розв'язування:

За законом плавання тіл $F_A = mg$ (1), де сила Архімеда F_A визначається:

З урахуванням виразу (1) та зробивши певні перетворення, отримаємо шукану масу крижини:

8. При підключенні до освітлювальної мережі трьохлампової люстри з двома вимикачами було допущено помилку. Внаслідок цього під час замикання одного з вимикачів всі три лампочки світилися тьмяно. При замиканні другого вимикача світилась нормально лише одна лампочка (дві інші не світилися). Той самий ефект давало замикання обох вимикачів одночасно. При розімкнених вимикачах всі три лампи не світилися. Накреслити можливу схему монтажу, який було виконано, та пояснити ефекти, що спостерігалися.

Розв'язування:

Схема монтажу має вигляд, зображений на рисунку:  SHAPE * MERGEFORMAT

Л3

Л2

Л1

К1

K2

9. Якщо температура на вулиці $t_0 = -20^\circ\text{C}$, батарея опалення підтримує в кімнаті температуру $t_1 = 16^\circ\text{C}$. Коли крім батареї увімкнули електроплитку потужністю $P_1 = 1\text{ кВт}$, то в кімнаті встановилася температура $t_2 = 22^\circ\text{C}$. Визначити теплову потужність батареї опалення. Врахувати, що теплопередача від одного тіла до другого пропорційна різниці температур цих тіл.

Розв'язування:

За умовою задачі теплопередача від одного тіла до другого пропорційна різниці температур цих тіл, тому потужність батареї опалення P_2 пропорційна різниці температур: $P_2 = k(t_1 - t_0)$ (1).

Також $P_1 + P_2 = k(t_2 - t_0)$ (2). Об'єднаємо рівняння (1) і (2) в систему і розв'яжемо її відносно шуканої величини P_2 . Отримаємо:

10. За лисицею, що біжить прямолінійно та рівномірно зі швидкістю u_1 , женеться собака, швидкість якої u_2 постійна за абсолютною величиною і спрямована весь час на лисицю. В той час, коли швидкості u_1 і u_2 стали взаємно перпендикулярними, відстань між собакою та лисицею дорівнювала α . Яким було прискорення собаки у цей момент?

Розв'язування:

SHAPE * MERGEFORMAT

α

α

D

A

C

O

R

P

Відповідно до умови задачі прискорення руху лисиці дорівнює 0. Протягом малого проміжку часу Δt собака біжить по дузі кола радіусом R . Прискорення руху собаки – доцентрове і дорівнює $\frac{v^2}{R}$. Розглянемо трикутники $\triangle CAD$ та $\triangle CPO$, вони прямокутні. В $\triangle CPO$ В $\triangle CAD$ Порівнявши (2) і (3), маємо $\frac{v^2}{R} = \frac{v^2}{R}$. Підставимо (4) в (1) та отримаємо шукану відповідь:

11. Яка кількість теплоти виділяється при перевертанні до половини зануреного у воду бруска, що вільно плаває на поверхні води, квадратного перерізу з нестійкого вертикального положення у більш стійке горизонтальне?
Маса бруска $m = 10$ г, довжина $= 20$ см, переріз $d \times d = 1 \times 1$ см².
Вважати $g = 10$ м/с².

Розв'язування:

Відповідно до умови плавання тіл $m g = \rho V g$, тобто маса бруска m дорівнює масі води ρV , що витіснена. O_1 і O_2 – положення центру мас води, що витіснена. Центр маси бруска знаходиться на поверхні води як у вертикальному положенні (стані нестійкої рівноваги), так і у горизонтальному положенні (стані стійкої рівноваги). Положення центру мас витісненої води змінюється на величину $O_1 O_2 = \frac{d}{2}$, як наслідок, потенціальна енергія води змінюється на величину $m g \frac{d}{2}$.

Виходячи з геометричних міркувань, $\frac{d}{2} = \frac{d}{2}$. Згідно з законом збереження енергії $m g \frac{d}{2} = Q = m g \frac{d}{2}$.

SHAPE * MERGEFORMAT

O_2

O_1

d

12. В сферичну півкулю, що щільно лежить на столі, зверху через отвір наливають воду. Коли вода доходить до отвору, вона дещо піднімається півкулю і починає витікати знизу. Знайти масу півкулі, якщо її радіус дорівнює R , а густина води – ρ .

Розв'язування:

Тиск p на стіл в той момент, коли вода починає витікати, дорівнює $p = \rho g R$, а сила тиску, що діє на стіл, дорівнює $F = p S = \pi \rho g R^3 (1)$. Ця ж сила дорівнює $F = M g$, де M – загальна маса півкулі і води. Нехай m – маса півкулі. Тоді Отже, Порівнявши (1) і (2), маємо

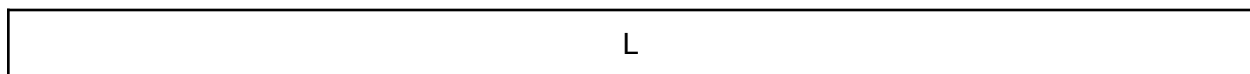
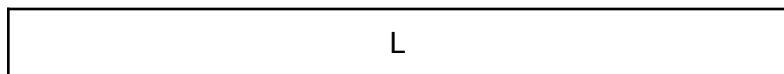
13. Час відправлення електрички за розкладом 12-00. На

годиннику пасажира 12-00, але повз нього починає проїжджати передостанній вагон, який рухається протягом 10 с. Останній вагон повз пасажира проходить за 8 с. Електричка рушила вчасно і рухається рівноприскорено. На скільки запізнюється годинник пасажира?

Розв'язування:

До того моменту, коли пасажир потрапив на платформу, електричка вже рухалася протягом часу запізнення $t_{\text{зап.}}$ і набула швидкості $u_0 = at_{\text{зап.}}$.

SHAPE * MERGEFORMAT



За законом рівноприскореного руху для передостаннього вагону справедливим є: $L =$, а для останнього вагону

$L =$ Прирівняємо (1) і (2):

З рівняння (3) дістанемо час запізнення пасажира

14. В суміш води з льодом вмістили нагрівник потужністю 700 Вт і ввімкнули його в електричне коло. Через $t_1 = 5,5$ хвилин температура почала зростати зі швидкістю $\Delta t = 10$ градусів за $t_2 = 1$ хвилину. Визначити масу льоду і води, що знаходилися спочатку у суміші.

Розв'язування:

Температура почне зростати після того, як увесь лід розтане. За законом збереження енергії $Pt_1 = \lambda m_{\text{льоду}}$ (1), а $Pt_2 = \lambda m_{\text{льоду}} + m_{\text{води}} \cdot \Delta t$ (2).

З рівняння (1) дістанемо $m_{\text{льоду}} =$ Підставивши (3) у (2), знайдемо масу води у суміші

15. Звук пострілу і куля одночасно досягають висоти $h = 960$ м. Постріл зроблено вертикально вгору. Чому дорівнює початкова швидкість кулі? Середня швидкість звука в повітрі $u = 330$ м/с.

Розв'язування:

Час рівномірного руху звука визначається:

Рух кулі – рівносповільнений: З виразу (2) знайдемо початкову швидкість кулі з урахуванням (1) Остаточно, підставивши числові значення величин, отримаємо шукану швидкість $u_0 = 344,3$ м/с.

16. Після припинення дії сили, що утримує коркову кульку на глибині $H = 1$ м, кулька зринула з води і піднялася на висоту $h = 0,5$ м над поверхнею. Визначити середню силу опору води рухові кульки. Опір повітря не враховувати. Маса кульки $m = 100$ г, густина корка $\rho_1 = 200$ кг/м³, густина води $\rho_2 = 1000$ кг/м³.

Розв'язування:

SHAPE * MERGEFORMAT

З урахуванням всіх сил, що діють на кульку, маємо записати наступну

рівність: Рух кульки у воді рівноприскорений з прискоренням , яке можна визначити з кінематичного співвідношення: так як початкова швидкість кулі дорівнює нулю.

Рух кульки у повітрі відбуваються за умови дії тільки сили тяжіння, так як опором повітря нехтуємо. Висота, на яку піднімається кулька у повітрі, визначається кінематичним співвідношенням так як кулька вилітає з води зі швидкістю u , а на висоті h вона на мить зупиняється. Порівняємо вирази (2) і (3) та отримаємо прискорення кульки у воді: Остаточно,