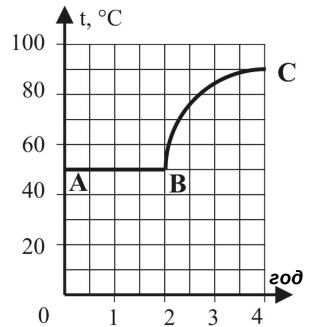


Міністерство освіти і науки України
L Всеукраїнська олімпіада юних фізиків, м. Херсон, 2013

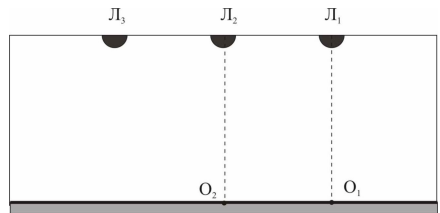
Теоретичний тур

8 клас

8.1. Полімер вмістили в калориметр із нагрівачем. Перші дві години температура полімеру була 50°C . При цьому потужність нагрівача складала $P_0 = 0,6 \text{ Вт}$. Наступні дві години температура полімеру змінювалася так, як показано на малюнку (криву BC можна прийняти за чверть кола). Яка кількість теплоти була передана навколишньому середовищу за перші дві години? Яка кількість теплоти була передана навколишньому середовищу за наступні дві години? Потужність втрат тепла з калориметра прямо пропорційна різниці температур всередині й зовні калориметра. Теплоємністю калориметра знехтувати. Температура в лабораторії 20°C . Агрегатний стан полімеру не змінюється.

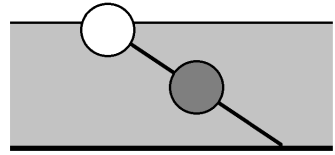


8.2. У кімнаті по черзі вмикають три однакові лампи L_1 , L_2 і L_3 (див. мал.). При цьому освітленість у точці O_1 , що знаходиться прямо під першою лампою, зростає в 1,8 раза при увімкненні другої лампи, і ще в 1,26 раза при увімкненні третьої. А як зростає освітленість при увімкненні другої і третьої ламп у точці O_2 , що знаходиться під другою лампою? Відстані між лампами однакові, стіни кімнати світла не відбивають.



8.3. Дві вертикальні стіни сходяться під кутом 60° і утворюють ущелину. Турист поставив намет на однаковій відстані 200 м від обох стін. Тихою морозною ніччю він вийшов з намету і заблукав, а потім зупинився і крикнув. Перше відлуння турист почув через $3/4$ с, друге – через $5/4$ с. Через який час він почує інші відлуння і скільки їх буде? Що слід робити туристу, щоб повернутися до намету і скільки кроків відділяє його від нього? Швидкість звуку у повітрі – $v = 20\sqrt{T}$, де T – температура в Кельвінах, v – швидкість в м/с. Температура повітря -17°C , довжина кроку туриста 50 см.

8.4. Дві кулі однакового розміру прикріплені до тонкого стержня, причому масивна – до середини стержня, а легка – до його кінця. При зануренні у воду в неглибокому місці вільний кінець стержня спирається на дно, і з води виступає лише частина легкої кулі (див. мал.), причому відношення об'єму виступаючої частини до об'єму всієї кулі дорівнює n . За яких значень n система буде плавати на глибокій воді? Маса легкої кулі і стержня вважати мізерно малими.



8.5. На зеленому лузі пасуться два цапки (див. мал.). Сірий цапок увесь час рухається на захід і до вечора проходить 800 метрів. Білий цапок увесь час рухається на північ і до вечора проходить 600 метрів. При цьому відстань між ними ввечері виявилася такою ж, як вранці – 1300 метрів. Яка мінімальна відстань була між цапками, якщо вони рухалися з постійною швидкістю? На яку мінімальну відстань могли б зблизитися цапки, якби їм було дозволено довільно змінювати величину своєї швидкості (не змінюючи напрями руху і величини кінцевих переміщень)?



Білий

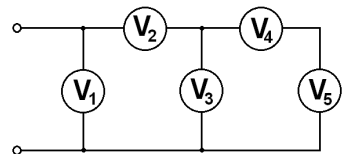
Сірий

Задачі запропонували Є. П. Соколов (1,2,5), О. Ю. Орлянський (3), С. У. Гончаренко (4).

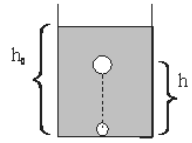
9 клас

9.1. Легкий одномоторний літак масою $m = 1000$ кг може летіти при мінімальній силі тяги двигуна $F = 2000$ Н. При польоті на висоті 1 км, на відстані 4 км до посадкової смуги аеродрому, у літака раптово глохне двигун. Чи зможе він в такому випадку спланувати (долетіти як планер) до аеродрому?

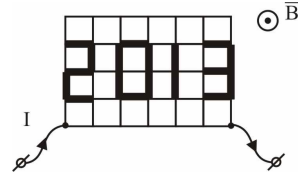
9.2. З п'яти однакових вольтметрів зібране електричне коло (див. мал.). Покази вольтметрів: $U_1 = 5$ В, $U_2 = 4$ В, $U_3 = 2$ В, $U_4 = 1$ В, $U_5 = 1$ В. Відомо, що в одного з вольтметрів зігнута стрілка, і його покази неправильні. Який з вольтметрів несправний? Яке значення напруги він повинен був показувати?



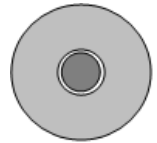
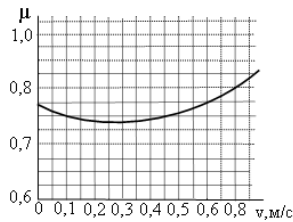
9.3. На дні широкої посудини, заповненої важкою в'язкою рідиною, знаходиться повітряна бульбашка, що відривається від дна і починає повільно спливати (*див. мал.*). Яка кількість тепла виділиться в рідині до того моменту, коли бульбашка підніметься на висоту $h = 3h_0/4$, якщо при цьому її об'єм збільшився удвічі? Рух бульбашки настільки повільний, що кінетичною енергією рідини можна знехтувати. Глибина рідини $h_0 = 1,5$ м, її густина $\rho = 13\,600$ кг/м³, початковий об'єм бульбашки $V_0 = 1$ см³.



9.4. У прямокутній сітці 4х6 вісімнадцять ребер виготовлені з товстого дроту (*див. мал.*). Сітку вміщують у магнітне поле з індукцією $B = 0,01$ Тл, перпендикулярне площині малюнка, і підводять електричний струм силою $I = 0,61$ А. Чому дорівнює сила Ампера, що діє на сітку, якщо сторона кожного квадрата сітки дорівнює $a = 5,5$ см? Сила Ампера розраховується за формулою $F_A = I \cdot B \cdot l$, де l – довжина провідника.



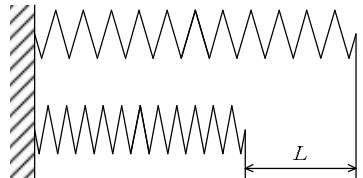
9.5. Два тягарці масами $M = 5$ кг і $m = 3$ кг з'єднали легкою довгою ниткою, яку перекинули через блок (нитка по блоку не проковзує) масою $m_0 = 2$ кг. Тягарцям надали деяку швидкість. Через деякий час швидкість стала постійною. Знайдіть цю швидкість. Блок являє собою диск радіусом R з отвором радіусом $r = R/3$, надітий на горизонтальну вісь трохи меншого, ніж r , радіусу (*див. мал.*). Залежність коефіцієнту тертя ковзання μ від швидкості відносного руху поверхонь для матеріалів блоку і осі наведена на графіку $\mu(v)$ (*див. мал.*).



Задачі запропонували В. П. Сохаський (1), С. У. Гончаренко (2), Є. П. Соколов (3-4), О. Ю. Орлянський (5).

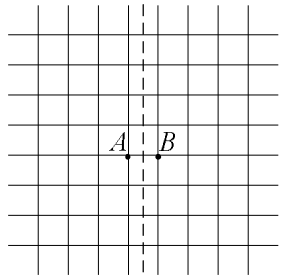
10 клас

10.1. Кінці двох невагомих пружин жорсткостями k_1 і k_2 прикріплені до стіни, так як показано на малюнку. Спочатку пружини недеформовані, і перша на L довша за другу. Яку мінімальну роботу A треба виконати, щоб вільні кінці пружин встановити на однаковій відстані від стіни?

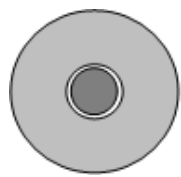


10.2. Циліндричну посудину, наповнену водою, рівномірно обертають навколо її вертикальної осі симетрії з кутовою швидкістю ω . Паралельний пучок світла, що падає вертикально, відбивається від поверхні води. Визначте відстань від нижньої точки поверхні води до точки, в якій інтенсивність відбитого світла буде найбільшою.

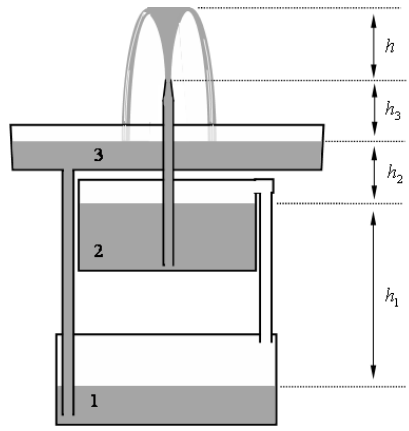
10.3. З тонкого дроту площею перерізу S спаяли сітку з величезною кількістю квадратних комірок. На значному віддаленні від країв сітки до точок A і B , у сусідніх вузлах, приклали напругу U (див. мал.). Визначте сумарний струм у всіх провідниках, які на рисунку перетинає пунктирна лінія. Знайдіть ділянки дроту, через які струм не йтиме. Доведіть, що у центрі будь-якого квадрату сітки загальне магнітне поле, створене чотирма струмами сторін квадрату, дорівнює нулю. Сторона квадрату дорівнює a , питомий опір матеріалу дроту ρ .



10.4. Два тягарці масами m і M ($m < M$) з'єднали ниткою. Нитку перекинули через невагомий блок і тягарці обережно відпустили. Знайдіть залежність прискорення a тягарців від відношення їхніх мас $x = m/M$ та побудуйте графік $a(x)$. Блок являє собою диск радіусом R з отвором радіусом $r = R/3$, надітий на горизонтальну вісь трохи меншого, ніж отвір, радіусу (див. мал.). Коефіцієнт тертя між внутрішньою поверхнею блока та віссю $\mu = 0,75$. Перекинута через зовнішній обід блоку нитка не проковзує.



10.5. 2000 років тому Герон Олександрійський запропонував конструкцію фонтану (див. мал.), що складається з трьох сполучених посудин, у дві з яких (1 і 2) нема доступу повітря. Поясніть принцип дії фонтану. Знайдіть висоту фонтану h , а також швидкості зміни рівня води в усіх посудинах у момент часу, коли $h_1 = 3$ м, $h_2 = 1$ м, $h_3 = 0,5$ м, а загальний об'єм повітря у першій і другій посудинах 4 м³. Площі перерізу посудин



$S_1 = 3 \text{ м}^2$, $S_2 = 2 \text{ м}^2$, $S_3 = 4 \text{ м}^2$, площа перерізу вузького отвору, з якого вилітає вода, $S = 1 \text{ м}^2$. Енергетичними втратами під час руху води всередині фонтану, а також товщиною трубок у порівнянні з розмірами посудин знехтувати. Вважати, що атмосферний тиск 10^5 Па і температура повітря залишаються сталими, а прискорення вільного падіння дорівнює $9,8 \text{ м/с}^2$.

Задачі запропонували С. У. Гончаренко (1), В. П. Сохацький (2), О. Ю. Орлянський (3 – 5)

11 клас

11.1. Експериментально визначити відношення теплоємностей газу при сталому тиску і сталому об'ємі $\gamma = C_p/C_v$ можна таким методом. Певну кількість молів газу ν , початкові значення об'єму і тиску якого дорівнюють V та p , нагрівають двічі за допомогою спіралі, по якій пропускають той самий струм протягом однакового часу: спершу – при сталому об'ємі, причому кінцевий тиск складає p_1 , потім – при сталому тиску, причому кінцевий об'єм складає V_2 . Як за цими даними знайти γ , вважаючи газ ідеальним?

11.2. Визначити, як рухатиметься розріджена повністю іонізована плазма, вміщена в електричне та магнітне поля, спрямовані взаємно перпендикулярно. Чи можна вважати, що плазма рухатиметься як єдине ціле? Швидкості усіх частинок плазми вважати набагато меншими за швидкість світла. Зіткненнями між частинками плазми знехтувати.

11.3. Штучний супутник Землі рухається коловою орбітою, яка проходить над полюсами. Виникла необхідність перевести його на іншу колову орбіту такого самого радіуса, яка теж проходить над полюсами. Площини орбіт мають утворювати двогранний кут α . Як можна змінити орбіту, вмикаючи двигун на короткий час, щоб витратити якнайменше пального? Розгляньте випадки: $\alpha_1 = 15^\circ$, $\alpha_2 = 45^\circ$, $\alpha_3 = 90^\circ$. Зміну маси супутника через витрату пального не враховуйте.

11.4. До двох контактів, що знаходяться один від одного на відстані S по горизонталі і h по вертикалі, підвісили за краї тонкий немагнітний металевий ланцюжок довжиною l з великою кількістю ланок. Ланцюжок висить в однорідному магнітному полі, перпендикулярному площині ланцюжка. Коли через ланцюжок почали пропускати деякий сталий струм, його форма змінилася так, що біля нижчого контакту він став горизонтальним, а біля вищого – вертикальним. Знайдіть відношення сили Ампера до сили тяжіння, що діють на кожну ланку ланцюжка, а також на весь ланцюжок в цілому.

11.5. Коші запропонував наближену формулу $n = a + b/\lambda^2$ залежності показника заломлення n від вакуумної довжини хвилі λ . Визначте коефіцієнти a і b для води, якщо показник заломлення фіолетового світла ($\lambda = 390$ нм) дорівнює 1,341, а червоного ($\lambda = 730$ нм) – 1,326. Завдяки дисперсії світла ми спостерігаємо веселку. Зобразіть хід променів через краплю води, який обумовлює веселку, і визначте, під якими кутами до напрямку сонячних променів спостерігаються її граничні смуги. Крім первинної веселки іноді можна спостерігати вторинну. Завдяки чому утворюються вторинна веселка? Чи знайдеться за межами оптичного діапазону довжина λ' електромагнітної хвилі, для якої первинна і вторинна веселки починають зливатися в одну? Якщо так, оцініть λ' , якщо ні, поясніть чому.

Задачі запропонували С. У. Гончаренко (1), І. О. Анісімов (2),
І. М. Гельфгат (3), О. Ю. Орлянський (4,5)