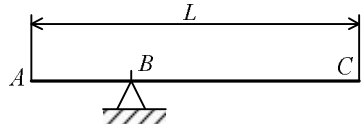


Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
ІІ Всеукраїнська олімпіада юних фізиків, м. Львів, 2012

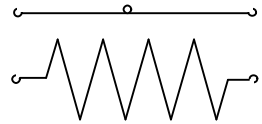
Теоретичний тур 8-й клас

8.1. Неоднорідний стрижень довжиною L має одну точку опори B (див. мал.) і утримується в горизонтальному положенні з допомогою вертикальної сили, що прикладається в точці C . Відомо, що при двох різних положеннях точки опори, коли $AB = x_1$ та $AB = x_2$ ($x_1 > x_2$), для забезпечення горизонтального положення стрижня потрібно прикласти однакову за величиною силу: $F_1 = F_2 = F$. Знайти положення центра тяжіння x_0 відносно точки A та масу стрижня m при відомих x_1, x_2, F, L .



8.2. Від круглого Сонця за допомогою квадратного дзеркальця можна пускати сонячні зайчики. Такий зайчик за певних умов може мати форму подібну або до дзеркальця, або до сонця. Поясніть причину зміни форми сонячного зайчика. Пояснення проілюструйте малюнком. Вертикальний екран розташуємо перпендикулярно до сонячного променя, відбитого квадратним дзеркальцем. А дзеркальце – під кутом 30° до горизонту, так, що дві його горизонталі сторони перпендикулярні до відбитого променя. Визначте освітленість E у центрі цього сонячного зайчика при відстанях $R_1 = 5$ м і $R_2 = 15$ м між дзеркальцем та екраном (відповіді виразити в одиницях освітленості E_0 , яку створюють прямі сонячні промені на перпендикулярному до них екрані). Розміри дзеркальця $10\text{см} \times 10\text{см}$, кут, під яким видно диск сонця, $\alpha = 0,5^\circ$. Втратами сонячної енергії під час відбиття променів нехтувати.

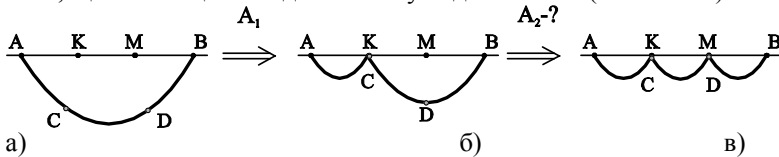
8.3. Вам необхідна пружина жорсткістю 300 Н/м, але у вашому розпорядженні є тільки пружини жорсткістю 500 Н/м і легкі дротяні стрижні (див. мал.), які можна використовувати для з'єднання цих пружин. Запропонуйте спосіб отримання необхідної жорсткості, використовуючи мінімальну кількість пружин. Стрижні можна розрізати і робити на них петельки для з'єднання. Псувати пружини забороняється. Наведіть розрахунки і зробіть схематичне зображення конструкції.



8.4. Замкнена лижна траса має довжину 5 км. У парних змаганнях на 20 км беруть участь команди з двох учасників, які на двох мають тільки одну пару лиж. Перемагає та команда, яка першою збереться на фініші після проходження кожним учасником чотирьох повних кругів. Час команди реестру-

ється по останньому спортсмену, який дістався фінішу. Розрахуйте найменший час, за який може фінішувати команда з двох однокласників і наведіть приклад можливого розкладу руху, якщо швидкості, з якими хлопчик і дівчинка йдуть без лиж сніжною трасою, $u_x = 6$ км/год і $u_d = 5$ км/год, а швидкості, з якими вони пересуваються на лижах, $v_x = 15$ км/год і $v_d = 20$ км/год, відповідно. Одночасно користуватися лижами може тільки одна людина. Користуватися лижами іншої команди заборонено.

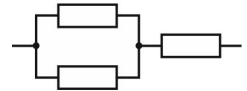
8.5. Важкий ланцюжок підвішений між точками A і B (див. мал. а). Точки C і D ділять ланцюжок на три рівні частини, а точки K й M ділять на три рівні частини відрізок AB . Для того щоб з'єднати точку C із точкою K (див. мал. б), потрібно виконати роботу $A_1 = 12$ Дж. Яку роботу необхідно виконати, щоб після цього підняти точку D до точки M (див. мал. в)?



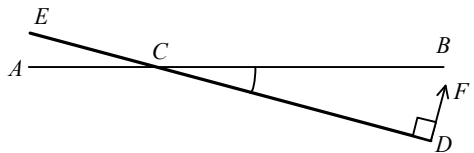
Задачі запропоували: А. П. Федоренко (1), О. Ю. Орлянський (2-4), Є. П. Соколов (5).

9 клас

9.1. Монтажник повинен збирати однакові ділянки кола (див. мал.) з резисторів опором $R_1 = 9$ кОм. В ящику біля нього міститься однакова кількість резисторів двох різних опорів R_1 і R_2 . Він випадковим чином бере з ящика резистор і складає потрібні ділянки кола. Зібравши багато таких ділянок кола, він витратив однакову кількість резисторів обох типів. Вимірювання показали, що середнє арифметичне значення опору зібраних ділянок кола дорівнює 6,7 кОм. Визначте значення опору R_2 .



9.2. На горизонтальній площині вздовж прямої AB лежить однорідний брус масою m і довжиною L (див. мал.). Брус перетинає пряму AB в деякій точці C . При цьому $DC = x$, $L/2 \leq x < L$. Робітнику потрібно перемістити брус так, щоб він лежав на прямій AB . Для цього він поряд з брусом у точці C забирає вертикальний стрижень. У точці D перпендикулярно DE прикладає горизонтальну силу F і

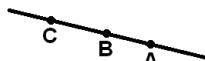


обертає брус навколо стрижня. Залежно від значення x , знайдіть: величину мінімальної сили F ; величину реакції R_C з боку стрижня; той бік бруса, з якого потрібно вбити стрижень. Коефіцієнт тертя ковзання між брусом і площиною μ .

9.4. “Ємність” акумулятора зменшується при багаторазовій зарядці залежно від напруги, до якої він заряджений. Для акумулятора за один цикл зарядки-розрядки максимальний заряд спадає на 2 мА·год при напрузі 4,2 В і на 10 мА·год при 4,3 В. Акумулятор заряджається автоматичним пристроєм. Спочатку напруга, до якої заряджався акумулятор, становила 4,2 В, а початкова ємність – 1 А·год. Потім, внаслідок помилки, зарядний пристрій почав заряджати акумулятор до 4,3В при досягненні ємності 800 мА·год. При зменшенні “ємності” до 500 мА·год акумулятор замінили. Протягом якого часу пропрацював мобільний телефон із цим акумулятором, якщо його струм споживання становить 40 мА? Скільки б він працював, якби напруга зарядки весь час становила б 4,2 В?

Вказівка: “ємністю” акумулятора називають максимальний повний заряд, який може пройти через навантаження, приєднане до нього (вимірюється в А·год). Часом, який витрачається на заряджання акумулятора, знехтуйте.

9.5. Зображення точкового джерела одержано в точці A (див. мал.) за допомогою тонкої лінзи. Якщо замінити цю лінзу іншою і розташувати її в тому самому місці, можна отримати зображення в точці B . Якщо після цього першу лінзу поставити впритул до другої, то зображення переміститься в точку C . Визначте побудовою положення джерела світла.

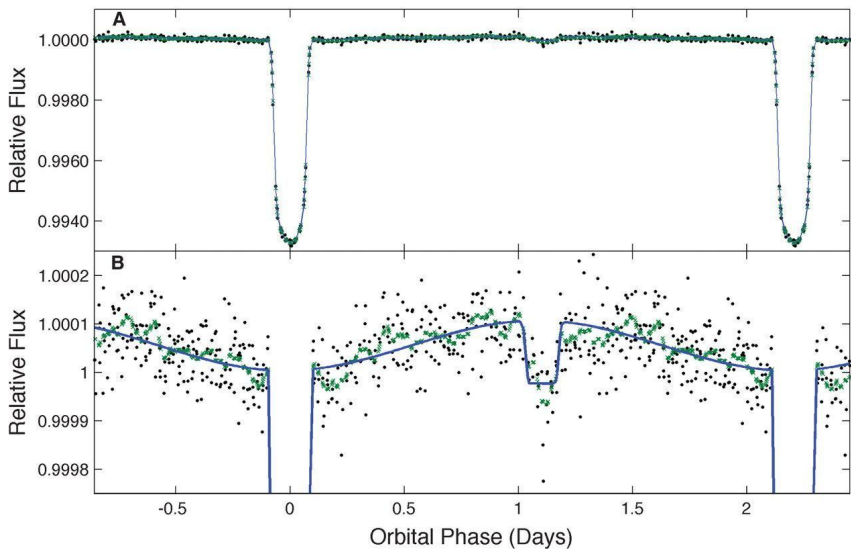


Задачі запропонували І. М. Гельфгат (1), А. П. Федоренко (2), В. П. Сохаський (3), О. І. Кельник (4), С. У. Гончаренко (5).

10 клас

10.1. Див. задача №3, 8 клас.

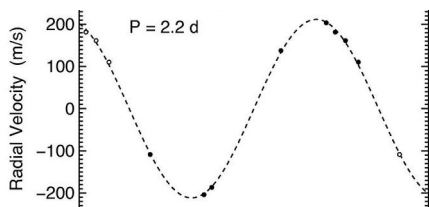
10.2. Космічний телескоп Кеплер був запущений з метою пошуку транзитних планет (які під час свого орбітального руху періодично проходять по диску зорі, зменшуючи світловий потік від неї). Світловий потік від однієї із зір змінювався з періодом у 2,2 доби, що дало змогу зробити висновок про існування близько розташованої планети і «побачити» не тільки затемнення зорі планетою, але й планети зорею. На мал. 1 наведена залежність відносного світлового потоку від часу у двох масштабах.



мал.1

Relative Flux – відносний світловий потік, Orbital Phase (Days) – фаза руху по орбіті (час в добах), Radial Velocity (m/s) – радіальна швидкість (м/с).

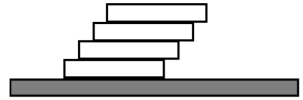
Додаткові спостереження дозволили знайти прискорення вільного падіння $g = 120 \text{ м/с}^2$ на поверхні зорі та залежність її радіальної швидкості (проекція вектора швидкості зорі на напрям до спостерігача) від часу (див. мал. 2). Користуючись цими даними, оцініть відстань між зорею та планетою, а також їхні маси і радіуси.



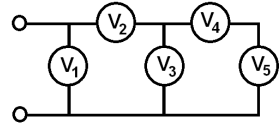
мал. 2

10.3. З мосту над річкою горизонтально кидають кульку у напрямку проти течії. Початкова висота кульки над рівнем води 5 м, початкова швидкість 10 м/с. Знайдіть швидкість кульки, в момент коли вона буде рухатись вертикально. Опором повітря знехтуйте. Вважайте, що швидкість води усюди однакова і дорівнює 2 м/с. Густина матеріалу кульки дорівнює густині води, $g = 10 \text{ м/с}^2$.

10.4. Однорідний брусок довжиною L лежить на гладенькій горизонтальній поверхні (див. мал.). На нього кладуть такі самі бруски так, що їхні бічні грані утворюють одну площину, а торець кожного наступного бруска зсувається щодо попереднього на величину L/a (a – ціле число). З якої максимальної кількості брусків може складатися така конструкція?



10.5. З п'яти однакових вольтметрів зібране коло. Покази вольтметрів: $U_1 = 5$ В, $U_2 = 4$ В, $U_3 = 2$ В, $U_4 = 1$ В, $U_5 = 1$ В. В одного з вольтметрів зігнута стрілка, і його покази неправильні. Який з вольтметрів несправний? Чому дорівнює напруга на цьому вольтметрі?

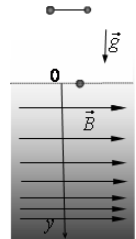


Задачі запропонували **О. Ю. Орлянський (1-3), С. У. Гончаренко (4-5).**

11 клас

11.1. Див. *Задача №5, 9 клас.*

11.2. Магнітне поле, лінії якого паралельні і горизонтальні, обмежене згори горизонтальною площиною. З цієї площини відпускають маленьку заряджену кульку. Виявилось, що вона рухається вздовж кола радіуса R . Знайдіть залежність магнітної індукції B від координати y (позначення див. мал.). Якими будуть максимальна швидкість і прискорення двох таких кульок, з'єднаних легкою нерозтяжною ниткою, якщо їх одночасно відпустити з висоти $h = 6R$ над горизонтальною площиною? Вважати, що залежність $B(y)$ не змінюється для всіх точок магнітного поля. Опором повітря та розмірами кульок знехтувати.



11.3. З мосту над річкою горизонтально кидають кульку у напрямку проти течії. Початкова висота кульки над рівнем води 5 м, початкова швидкість 10 м/с. Побудуйте графік залежності модуля швидкості кульки від кута α між цією швидкістю та горизонтом. Знайдіть модуль швидкості кульки, коли швидкість напрямлена вертикально. Опором повітря знехтуйте. Вважайте, що швидкість води усюди однакова і дорівнює 2 м/с. Густина матеріалу кульки дорівнює густині води, $g = 10$ м/с².

11.4. Численні дані свідчать, що Всесвіт, починаючи з моменту його виникнення (Великий вибух) і по сьогодні, розширюється. До відкриття темної енергії вважалось, що майбутня еволюція Всесвіту визначається сучасним значенням середньої густини матерії Всесвіту, залежно від якого Всесвіт

може або розширюватись вічно, або розширення колись припиниться, або ж воно колись зміниться стисненням. **1.** Вважаючи, що: а) Всесвіт наближено можна розглядати як сферу змінного з часом t радіуса R , де $R \sim t^n$ ($0 < n < 1$), всередині і на поверхні якої знаходяться галактики; б) швидкість кожної галактики наближено визначається законом Хаббла $v = HR$, де H – параметр Хаббла, сучасне значення якого дорівнює 15 км/с на 1 млн. світлових років (1 світловий рік – відстань, яку фотон проходить за 1 земний рік) на базі законів Ньютона знайти, при якому сучасному значенні середньої густини матерії ρ Всесвіту його радіус (1.1) залишиться сталим; (1.2) збільшуватиметься з часом; (1.3) зменшуватиметься з часом. **2.** Вважаючи, що: а) сучасне значення середньої густини матерії збігається з так званим критичним значенням, при якому радіус Всесвіту не змінюється; б) в одному грамі матерії міститься $6,02 \cdot 10^{23}$ ядерних частинок; знайти, скільки ядерних частинок в середньому знаходиться в даний момент в 1 м^3 Всесвіту. **3.** Вважаючи, що параметр Хаббла зв'язаний з радіусом R співвідношенням $H = (1/R)(dR/dt)$, знайти (3.1) сучасний вік Всесвіту, вважаючи $n=2/3$; (3.2) вік Всесвіту, коли густина його маси дорівнювала $3 \cdot 10^9 \text{ г/см}^3$.

11.5. У вертикально розміщеній, відкритій з одного кінця в атмосферу трубічч легенький теплоіспроникний поршень відділяє водень від рідини, налітої поверх поршня (*див. мал.*). Водень повільно нагрівають, і поршень повільно переміщується. До моменту, коли поршень перемістився настільки, що вся рідина з трубки вилілася, водень одержав кількість теплоти $Q = 100 \text{ Дж}$. Визначити об'єм водню в початковому стані, якщо відомо, що він удвічі більший, ніж об'єм рідини, який, у свою чергу, дорівнює об'єму атмосферного повітря в трубічч. Атмосферний тиск $P_0 = 10^5 \text{ Па}$. Додатковий тиск, створений стовпом рідини, спочатку налітої в трубку, дорівнює $P_0/9$. Тертям поршня об трубку знехтувати.



Задачі запропонували С. У. Гончаренко (1,5), О. Ю. Орлянський (2-3), С. Й. Вільчинський (4).