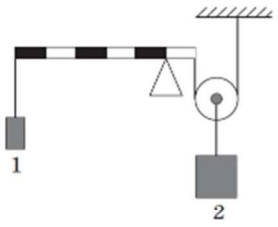
1 етап Всеукраїнської олімпіади з фізики у 2026-2027 н. р. 04.10.2026. 11 клас

Задача 1. Міні-задачі (10 балів)

1.1. До акумулятора підключили послідовно три різних вольтметри. Перший показав 3 В, другий 5 В, а третій 4 В. Визначте напругу на клемах акумулятора.

1.2. Тіло рухається рівноприскорено зі стану спокою. За першу секунду руху тіло пройшло 3 м. Яку відстань пройде тіло за п'яту секунду руху?

1.3. Точка опори ділить важіль у співвідношенні 1:5 (дивись рисунок). Важіль перебуває в рівновазі. Знайдіть масу вантажу 2, якщо маса вантажу 1 становить 30 кг. Масою блока та важеля, а також тертям у блоці можна знехтувати.



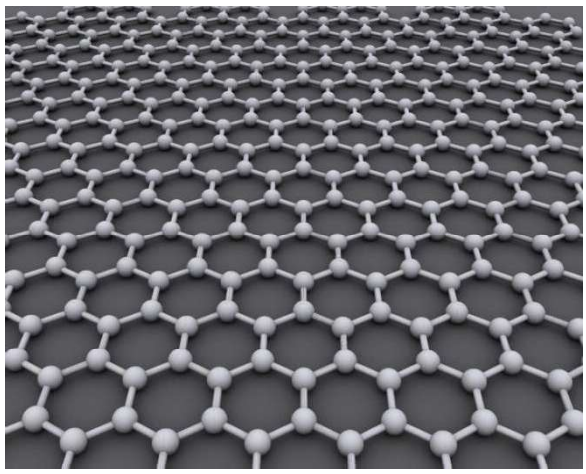
1.4. На дні водойми глибиною 1 м знаходиться точкове джерело світла. На поверхні води плаває круглий непрозорий диск, так що його центр розташований точно над джерелом світла. Знайдіть мінімальний радіус диску за якого жоден промінь від джерела не вийде назовні.

Показник заломлення води становить 1,33.

1.5. На горизонтальній поверхні лежать чотири однакових кубиків з довжиною ребра *a* та масою *m*. Яку мінімальну роботу необхідно виконати, щоб скласти з них вежу максимальної висоти?

Задача 2 (10 балів). Молярна маса Карбону дорівнює 12 г/моль, а стала Авогадро становить $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$.

2.1. Обчисліть масу одного окремого атома Карбону.

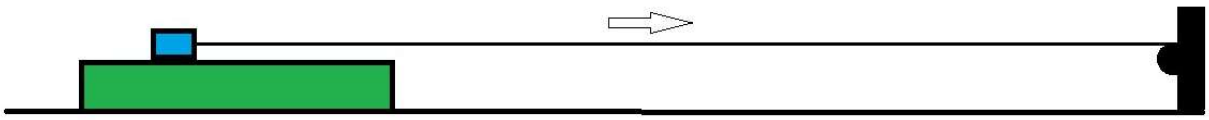


Графен – це надзвичайно тонкий двовимірний матеріал, який складається з одного шару атомів Карбону, з'єднаних у гексагональну (сітчасту) структуру. Завдяки унікальній геометрії та рекордним фізико-хімічним властивостям, графен вважається одним із найперспективніших матеріалів сучасної мікроелектроніки та матеріалознавства. Відомо, що відстань між двома найближчими сусідніми атомами Карбону в структурі графену становить 0,142 нм.

2.2. Визначте поверхневу густину графену.

Поверхнева густина – це фізична величина, що визначається як маса матеріалу, яка припадає на одиницю площі його поверхні. Розмірність в СІ: кг / м^2.

Задача 3 (10 балів). На гладкій горизонтальній поверхні столу лежить великий брусок масою 1 кг. Тертям між цим бруском та столом можна знехтувати. На його верхній грані розміщено маленький брусок масою 0,2 кг (дивись рисунок). Коефіцієнт тертя ковзання між поверхнями обох брусків становить 0,04. Маленький брусок за допомогою невагомої та нерозтяжної горизонтальної довгої нитки з'єднаний з електромотором. Мотор із постійною швидкістю 0,16 м/с намотує нитку на свій вал, змушуючи маленький брусок рухатися праворуч. Великий брусок відпускають без початкової швидкості. У цей момент передній край маленького бруска перебуває на відстані 0,5 м від переднього краю великого бруска.



3.1. Зробіть два рисунки. На першому покажіть всі сили, що діють на маленький брусок відразу після того як відпустили великий. На другому для цього ж випадку покажіть сили, які діють на великий брусок.

3.2. Визначте, на якій відстані від переднього краю великого бруска перебуватиме передній край маленького бруска через 1 с після звільнення великого бруска.

3.3. Як зміниться ця відстань та характер руху системи, якщо від моменту відпускання великого бруска мине 4 с?

Прискорення вільного падіння вважати 10 м/с^2

Задача 4 (10 балів). Тепловий двигун Стірлінга, запатентований шотландським священником Робертом Стірлінгом у 1816 році, належить до класу машин із зовнішнім підведенням теплоти. Його робота базується на періодичному нагріванні та охолодженні робочого тіла (газу) в замкненому об'ємі. Розглянемо модель двигуна Стірлінга, у якому як робоче тіло використовується одноатомний ідеальний газ кількістю речовини 1 моль. Двигун працює за термодинамічним циклом, що складається з чотирьох послідовних стадій:

A-B. Ізотермічне розширення за температури нагрівника T_1 = 600 K, під час якого об'єм газу збільшується вдвічі від початкового значення V_A;

B-C. Ізохорне охолодження робочого тіла до температури T_2 = 300 K;

C-D. Ізотермічне стиснення за температури T_2 = 300 K до початкового об’єму V_A;

D-A. Ізохорне нагрівання до початкової температури T_1.

4.1. Розрахуйте значення тиску та об’єму в точках B, C та D через P_A та V_A та вкажіть їх на графіку.

4.2. Зобразіть схематично цей термодинамічний цикл у координатах (V; T) та (P; V).

4.3. У реальних двигунах Стірлінга використовується регенератор. Принцип його роботи полягає в тому, що теплота, яку газ віддає під час ізохорного охолодження, акумулюється всередині системи й повертається газу на стадії ізохорного нагрівання (вважати, що газ отримує теплоту зовні лише на ділянці AB). Розрахуйте ККД такої теплової машини.

Робота газу при ізотермічному процесі розраховуються за формулою $A = \upsilon RT \cdot ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$, *де* $ln(x)$ *– це натуральний логарифм або*

$A \approx \upsilon RT \cdot 2{,}3 \cdot lg\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$, *де* $lg(x)$ *– це десятковий логарифм.*

4.4. Яким буде ККД двигуна без регенератору?

Задача 5 (10 балів). 20 липня 1969 року в межах американської космічної місії «Аполлон-11» відбулася історична подія – перша посадка людини на Місяць. Розглянемо початковий етап сходження місячного модуля на посадкову траєкторію.

Командно-службовий та місячний модулі космічного корабля рухаються разом по коловій навколомісячній орбіті на висоті 110 км над поверхнею супутника з постійною за модулем швидкістю V_0.

5.1. Визначте початкову швидкість V_0 місячного модуля та космічного корабля на коловій орбіті.

Після розстикування місячний модуль здійснив короткочасний гальмівний маневр, вмикаючи основний двигун у напрямку, протилежному до вектору своєї швидкості. Внаслідок цього гальмівного імпульсу швидкість модуля миттєво зменшилась на 17 м/с, і апарат перейшов на еліптичну траєкторію сходження.

5.2. Яку кількість пального для цього було використано?

Радіус Місяця $R_M = 1730$ км.

Маса Місяця: $M_M = 7.35 \cdot 10^{22}$ кг

Гравітаційна стала $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ м^3/(кг·с^2).

Початкова маса місячного модуля (разом із пальним) $M = 15$ тон.

Швидкість витікання газів із сопла гальмівного (посадкового) двигуна відносно місячного модуля «Аполлон-11» становила 3000 м/с.