

III Всеукраїнська учнівська олімпіада з фізики, Івано-Франківськ, 2016.

Теоретичний тур, 9 клас.

<p>1. Дві однакові комашки Жужу и Лілі люблять грітися у вранішніх променях Сонця. Для сонячних ванн вони використовують скляний куб, загублений колись місцевим любителем оптики (рис.1). Жужу, велика прихильниця тепла, сідає на саме сонечко — на вершину куба, а стриманіша Лілі розташовується у „тіні” куба, притулившись до його грані. Скільки сонячного тепла отримує за один сеанс Лілі, якщо Жужу отримує 14,015 мДж тепла? Показник заломлення скла рівний $\sqrt{3}$, висота Сонця над горизонтом під час вранішніх заходів рівна 30°. Втратами світлової енергії знехтуйте.</p>	<p>1. Две одинаковые букашки Жужу и Лили любят греться в лучах восходящего Солнца. Для принятия солнечных ванн они используют стеклянный куб, который когда-то потерял местный любитель оптики (рис.1). Жужу, большая любительница тепла, садится на самое солнышко — на вершину куба, а более сдержанная Лили располагается в «тени» куба, прислонившись к его грани. Сколько солнечного тепла получает за один сеанс Лили, если Жужу получает 14,015 мДж тепла? Показатель преломления стекла равен $\sqrt{3}$, высота Солнца над горизонтом во время утренних мероприятий равна 30°. Потерями световой энергии пренебречь.</p>
<p>2. Бойлер – це пристрій для нагрівання води. Якщо бойлер залишати увімкненим, він весь час споживатиме електроенергію, адже необхідно буде компенсувати теплові втрати, потужність яких пропорційна різниці температур води та навколишнього середовища. Якщо ж бойлер з нагрітою водою вимкнути, вода в ньому почне остигати. При наступному ввімкненні її знову доведеться нагрівати до необхідної температури. Не дуже якісний бойлер з 10 л води вимкнули, і за годину температура в ньому знизилась з 75°C до 45°C. Ще через годину бойлер увімкнули. За наступну годину він знову нагрів воду до 75°C. Визначте температуру води в бойлері у момент його вмикання та потужність його нагрівального елемента. Навколишня температура 15°C, питома теплоємність води $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Схематичне зображення бойлера подано на рис. 2, де 1 – зовнішній кожух, 3 – ємність для води, 6 – антикорозійний анод. Поясніть призначення інших елементів бойлера, позначених на рисунку. Як можна знизити споживання електроенергії бойлером?</p>	<p>2. Бойлер – это прибор для нагревания воды. Если бойлер оставлять включенным, то он всё время будет потреблять электроэнергию, поскольку нужно будет компенсировать тепловые потери, мощность которых пропорциональна разности температур воды и окружающей среды. Если же бойлер с нагретой водой выключить, то вода в нём начнет остывать. При следующем включении её придется снова нагревать до необходимой температуры. Не очень качественный бойлер с 10 л воды выключили, и за час температура в нем снизилась с 75°C до 45°C. Еще через час бойлер включили. За следующий час он снова нагрел воду до 75°C. Определите температуру бойлера в момент его включения и мощность его нагревательного элемента. Окружающая температура 15°C, удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Схематическое изображение бойлера представлено на рис. 2, где 1 – внешний кожух, 3 – емкость для воды, 6 – антикоррозионный анод. Объясните назначение других элементов бойлера, обозначенных на рисунке. Как можно снизить потребление электроэнергии бойлером?</p>
<p>3. На рис.3 показано частину нескінченної дрітної сітки з прямокутними комітками. Кожний горизонтальний відрізок дроту має опір 1 Ом, кожний вертикальний — опір 3 Ом. Визначте наближене значення опору між сусідніми вузлами сітки А і В. Похибка має бути не більшою за 0,05 Ом.</p>	<p>3. На рис.3 показана часть бесконечной проволочной сетки с прямоугольными ячейками. Каждый горизонтальный отрезок проволоки имеет сопротивление 1 Ом, каждый вертикальный — сопротивление 3 Ом. Определите приближенное значение сопротивления между соседними узлами сетки А и В. Ошибка не должна превышать 0,05 Ом.</p>
<p>4. Котушка з намотаною стрічкою перебуває у рівновазі на похилому схилі, зробленому з двох однакових лінійок, коли з неї звисає третина стрічки (див. рис.4а). При цьому стрічка обвиває катушку рівно три рази. На рис.4б ця ж катушка знову у рівновазі, але тепер на ній на півоберта стрічки більше, а підтримує рівновагу наповнена гелієм повітряна кулька. Визначте масу стрічки, якщо маса порожньої катушки $m_0=5\text{г}$, а її зовнішній радіус у півтора рази більший за радіус частини зі стрічкою. Знайдіть, на скільки густина гелію у кульці менша за густину зовнішнього повітря. Об'єм кульки 2 л, маса оболонки 1 г. Довжина лінійки $L = 51 \text{ см}$, верхній кінець вище нижнього на $H = 3 \text{ см}$. Дайте обґрунтовану відповідь, як буде рухатись катушка у першому і другому випадках, якщо її трохи прокотити вздовж схилу вгору або вниз і відпустити?</p>	<p>4. Катушка с намотанной лентой находится в равновесии на наклонном скате, сделанном из двух одинаковых линеек, когда с нее свисает треть ленты (см. рис.4а). При этом лента обвивает катушку ровно три раза. На рис.4б эта же катушка снова в равновесии, но теперь на ней на пол-оборота ленты больше, а поддерживает равновесие наполненный гелием воздушный шарик. Определите массу ленты, если масса пустой катушки $m_0=5\text{г}$, а ее внешний радиус в полтора раза больше радиуса части с лентой. Найдите, на сколько плотность гелия в шарике меньше плотности окружающего воздуха. Объем шарика 2 л, масса оболочки 1 г. Длина линейки $L = 51 \text{ см}$, верхний конец выше нижнего на $H = 3 \text{ см}$. Дайте обоснованный ответ, как будет двигаться катушка в первом и втором случаях, если ее немного прокатить вдоль склона вверх или вниз и отпустить?</p>
<p>5. Однорідний куб, обертаючись навколо осі, що проходить через його центр мас (Рис.5а) перпендикулярно до його основи, має кінетичну енергію W_0. Знайти кінетичну енергію обертання цього куба з тим самим періодом: а) відносно осі, що проходить через одне з його ребер (Рис.5б); б) відносно осі, що проходить через середини ребер (Рис.5в). <i>Примітка:</i> кінетична енергія обертання прямокутного паралелепіпеда відносно осі, що проходить через його центр мас перпендикулярно до його основи, прямо пропорційна добуткові його маси на квадрат довжини діагоналі його основи та обернено пропорційна квадратові періоду обертання $W \sim \frac{m}{T^2}(a^2 + b^2)$.</p>	<p>5. Однородный куб, вращаясь вокруг оси, проходящей через его центр тяжести (Рис. 5а) перпендикулярно к его основанию, имеет кинетическую энергию W_0. Найти кинетическую энергию вращения этого куба с тем же периодом: а) относительно оси, проходящей через одно из его ребер (Рис. 5б); б) относительно оси, проходящей через середины ребер (Рис. 5в). <i>Примечание:</i> кинетическая энергия вращения прямоугольного параллелепипеда относительно оси, проходящей через его центр тяжести перпендикулярно к его основанию, прямо пропорциональна произведению его массы на квадрат длины диагонали его основания и обратно пропорциональна квадрату периода обращения $W \sim \frac{m}{T^2}(a^2 + b^2)$.</p>

Задачі запропонували: Є.П.Соколов (1,5), О.Ю.Орлянський (2,4), І.М.Гельфгат(3), Р.В.Мартинюк (5).



Рис.1

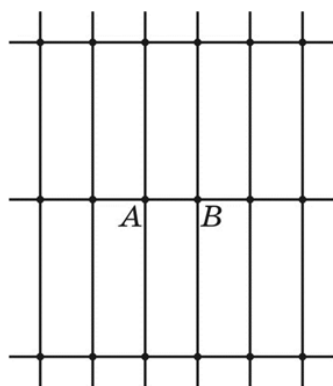


Рис.3

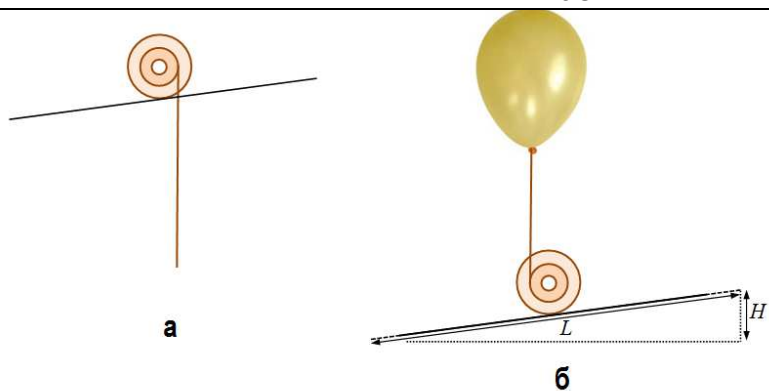


Рис.4

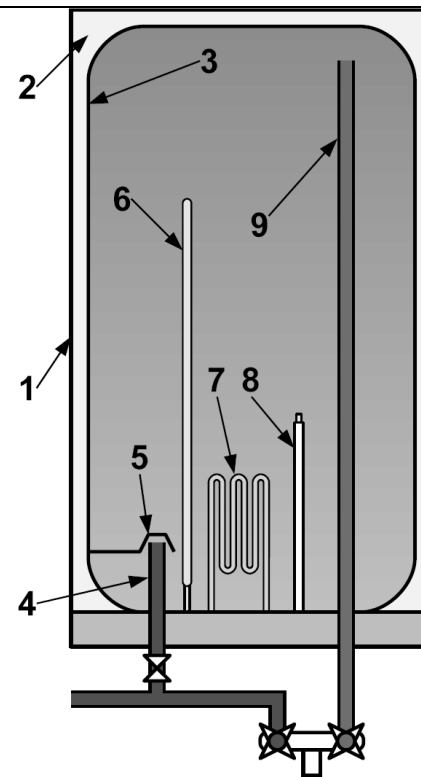


Рис.2

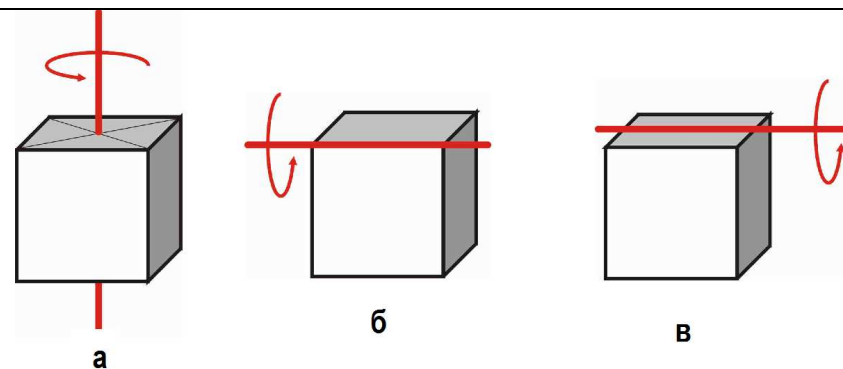


Рис.5