

1. Міжнародна Космічна Станція (МКС), рухаючись по приблизно коловій орбіті на висоті близько 400 км із середньою швидкістю 7970 м/с, за 30 діб втрачає 2 км висоти за рахунок опору розрідженої атмосфери (для утримання висоти у деякі моменти станцію прискорюють, вмикаючи ракетні двигуни). Вважаючи, що взаємодія МКС з атмосферою зводиться до лобового опору, і кожна частинка після зіткнення з поверхнею станції набуває її швидкості, оцініть ефективну площу «лобової поверхні» МКС, що збирає частинки атмосфери. Маса МКС 420 тон. Радіус Землі 6400 км. Густина атмосфери на висоті 400 км дорівнює $5,68 \cdot 10^{-13} \text{ кг/м}^3$.
2. До джерела постійної напруги $U_0=5,00 \text{ В}$ приєднано схему (рис. 1). Обидва резистора мають опір $R=12,5 \text{ кОм}$, вольт-амперна характеристика двох інших елементів указана на схемі, причому $\alpha=12,5 \text{ кВ/А}^2$, $\beta=2,00 \text{ кВ/А}^{1/2}$. Оцініть теплову потужність схеми з точністю не менше 1%. У якому елементі або елементах виділяється найбільша кількість теплоти?
3. Досліджуючи реакцію, в якій дві речовини А та В перетворювалися на речовину С, науковці встановили такі три факти. Перший: при змішуванні 1 кг речовини А та 3 кг речовини В в результаті реакції отримується 4 кг речовини С при температурі 120°C . Другий: при змішуванні 2 кг речовини А й 7 кг речовини В утворюється суміш речовин В та С при температурі 116°C . Третій: при змішуванні 3 кг речовини А і 6 кг речовини В отримується суміш речовин А та С при температурі 95°C . В усіх дослідах початкова температура речовин-реагентів дорівнювала 20°C . Чому дорівнюють питомі теплоємності речовин А та В, якщо питома теплоємність речовини С дорівнює $300 \text{ Дж/(К}\cdot\text{кг)}$?
4. Між двома вертикальними стінками хлопчик поставив перпендикулярно до них скейтборд і став на нього з м'ячем. Потім він сильно кинув м'яч в одну зі стінок і після того, як той відбився від неї та другої стінки, поймав його. Яку відстань проїхав хлопчик? Удари м'яча о стінку вважати абсолютно пружними, опором повітря та втратами енергії на тертя знехтувати. Маса м'яча m , маса хлопчика M , відстань між стінками L . Інші необхідні дані можете ввести самостійно. Проаналізуйте отриману відповідь з фізичної точки зору.
5. Пружну нитку зі спеціального матеріалу, що забезпечує виконання закону Гука для значних видовжень, розрізали на частини 1,2,3,4 зі співвідношенням довжин 1:2:3:4. Цими відрізками нитки прикріпили невеликий тягарець до середин сторін, встановленої на візку вертикальної квадратної рамки. З яким прискоренням рухається візок по горизонтальній площині, якщо тягарець перебуває у центрі рамки, а всі нитки при цьому розтягнуті (див. рис.2)? Визначте період руху тягарця, якщо йому тепер надати невелику швидкість у площині рамки. Довжина сторони квадрату $2L$. Початкову довжину пружної нитки вважати відомою.

Задачі запропонували О.І. Кельник (1), О.І. Шумаєв (2), Є.П. Соколов (3), О.Ю. Орлянський (4-5).



1. Международная Космическая Станция (МКС), двигаясь по приблизительно круговой орбите на высоте около 400 км со средней скоростью 7970 м/с, за 30 суток теряет 2 км высоты за счет сопротивления разреженной атмосферы (для поддержания высоты в некоторые моменты станцию ускоряют, включая ракетные двигатели). Считая, что взаимодействие МКС с атмосферой сводится к лобовому сопротивлению, и каждая частица после столкновения с поверхностью станции приобретает ее скорость, оцените эффективную площадь "лобовой поверхности" МКС, которая собирает частицы атмосферы. Масса МКС 420 тонн. Радиус Земли 6400 км. Плотность атмосферы на высоте 400 км равна $5,68 \cdot 10^{-13} \text{ кг/м}^3$.
2. К источнику постоянного напряжения $U_0=5,00 \text{ В}$ присоединена схема (рис.1). Оба резистора имеют сопротивление $R=12,5 \text{ кОм}$, вольт-амперные характеристики двух других элементов указана на схеме, причем $\alpha=12,5 \text{ кВ/А}^2$, $\beta=2,00 \text{ кВ/А}^{1/2}$. Оцените тепловую мощность схемы с точностью не меньше 1%. В каком элементе или элементах выделяется наибольшее количество теплоты?
3. Исследуя реакцию, в которой два вещества А и В превращались в вещество С, ученые установили следующие три факта. Первый: при смешивании 1 кг вещества А и 3 кг вещества В в результате реакции получается 4 кг вещества С при температуре 120°C . Второй: при смешивании 2 кг вещества А и 7 кг вещества В образуется смесь веществ В и С при температуре 116°C . Третий: при смешивании 3 кг вещества А и 6 кг вещества В получается смесь веществ А и С при температуре 95°C . Во всех опытах начальная температура исходных веществ была равна 20°C . Чему равны удельные теплоемкости веществ А и В, если удельная теплоемкость вещества С равна $300 \text{ Дж/(К}\cdot\text{кг)}$?
4. Между двумя вертикальными стенками мальчик поставил перпендикулярно к ним скейтборд и стал на него с мячом. Потом он сильно бросил мяч в одну из стенок и после того, как тот отразился от нее и второй стенки, поймал его. Какое расстояние проехал мальчик? Удары мяча о стенку считать абсолютно упругими, сопротивлением воздуха и потерями энергии на трение пренебречь. Масса мяча m , масса мальчика M , расстояние между стенками L . Другие необходимые данные можете ввести самостоятельно. Проанализируйте полученный ответ с физической точки зрения.
5. Упругую нитку из специального материала, который обеспечивает выполнение закона Гука для значительных удлинений, разрезали на части 1,2,3,4 в соотношении длин 1:2:3:4. Этими отрезками нитки закрепили небольшой грузик внутри установленной на тележке вертикальной квадратной рамки. С каким ускорением движется тележка по горизонтальной плоскости, если грузик находится в центре, а все нитки при этом растянуты (рис.2)? Определите период движения грузика, если ему теперь придать небольшую скорость в плоскости рамки. Длина стороны квадрата $2L$. Начальную длину упругой нитки считать известной.

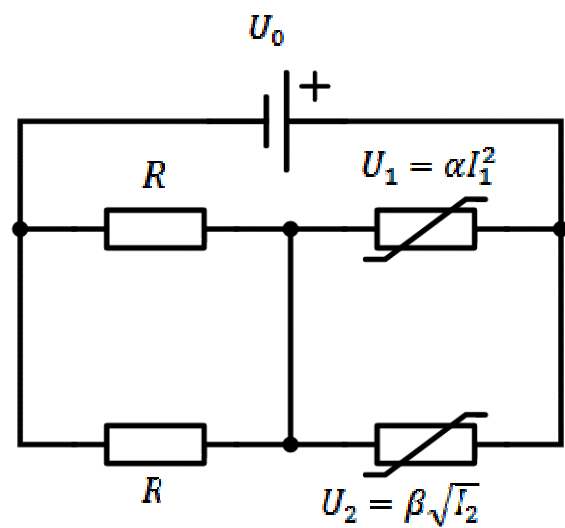


Рис. 1

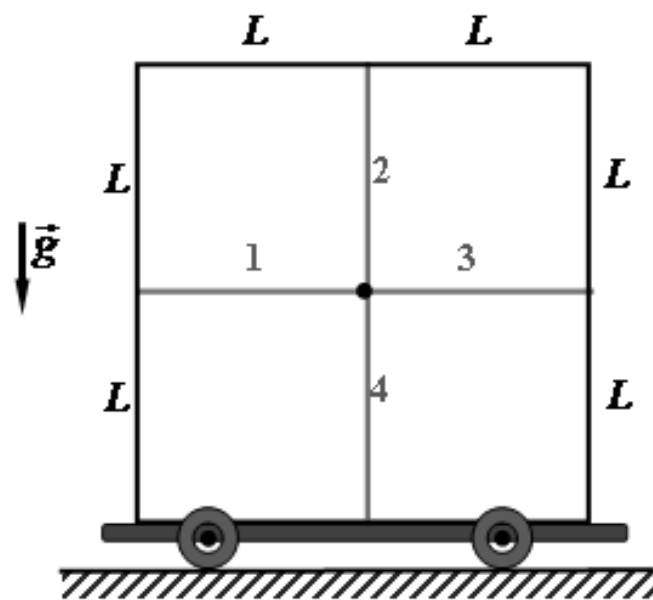


Рис. 2