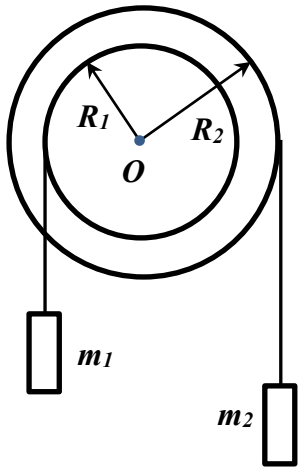
Студенческая олимпиада по физики СПбПУ 2018

1. Система представляет собой ступенчатый блок с радиусами R_1 и R_2, на который навиты две нити (в противоположном направлении) с присоединенными к ее концам грузами массой m_1 и m_2, (см. рис.). Найдите ускорение центра масс этой системы, если ее предоставить самой себе. Блок вращается без трения вокруг неподвижной оси, проскальзывание нитей по блоку отсутствует. Масса блока M, его момент инерции относительно оси вращения I. Ускорение свободного падения g.



2. Воздушный шар, заполненный гелием и слабо сообщающийся с атмосферой, начинает подниматься с земли вертикально вверх. Через полминуты, когда шар находился на высоте H = 15,0 м, в гондолу плавно влетела птица, после чего воздушный шар стал подниматься равномерно. Определите, какой была его скорость, когда птица села в гондолу. Известно, что объем шара равен V = 600 м^3, суммарная масса оболочки и гондолы равна M = 750 кг, масса птицы m = 1.50 кг, температура наружного воздуха равна t_1 = – 30°C, а температура воздуха внутри оболочки поддерживается равной t_2 = 0°C. Считайте, что из общей массы воздуха 75% приходится на долю азота, а 25% – на долю кислорода, атмосферное давление P_0 = 100 кПа, ускорение свободного падения g = 9.80 м/с^2. Воздушный шар движется медленно, поэтому силу сопротивления можно принять пропорциональной его скорости.

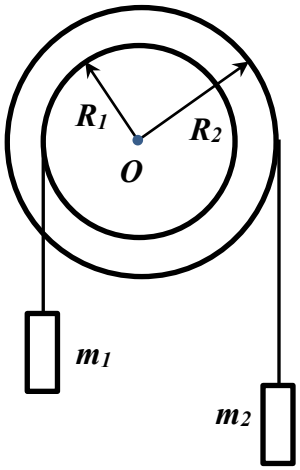
3. В школьной физической лаборатории ученики младших классов собирают электрическую цепь из трех резисторов с сопротивлениями R_1, R_2 и R_3, а старшеклассники – из резистора с сопротивлением R, катушки индуктивности с индуктивностью L и конденсатора с емкостью C (цепь будет подключена к источнику переменного напряжения с частотой ω). Учащиеся пытаются выяснить, при каких условиях (соотношениях между этими величинами) сопротивление трех последовательно соединенных элементов будет больше сопротивления параллельно соединенных данных элементов. Помогите школьникам разобраться в этом вопросе.

4. На горизонтальной поверхности лежит рамка, сделанная из тонкой однородной проволоки в виде равностороннего треугольника со стороной a. Вдоль поверхности и перпендикулярно одной из сторон треугольной рамки приложено постоянное магнитное поле с магнитной индукцией B. Какой постоянный ток нужно пустить по всей рамке для того, чтобы она начала приподниматься? Масса рамки равна m, ускорение свободного падения равно g. Рассмотрите оба случая направления магнитного поля.

5. На поверхность плоской непрозрачной пластины под углом φ_0 к нормали падает однородный пучок света с объемной плотностью энергии u. Определите силу, с которой свет действует на пластину в двух случаях: 1) при зеркальном отражении; 2) при диффузном отражении (свет рассеивается равномерно по всем направлениям). Определите также интенсивность отраженного света в направлении нормали к пластине вблизи ее поверхности в этих двух случаях. Коэффициент поглощения света пластиной равен α.

Студенческая олимпиада по физики СПбПУ 2018

1. Система представляет собой ступенчатый блок с радиусами R_1 и R_2, на который навиты две нити (в противоположном направлении) с присоединенными к ее концам грузами массой m_1 и m_2, (см. рис.). Найдите ускорение центра масс этой системы, если ее предоставить самой себе. Блок вращается без трения вокруг неподвижной оси, проскальзывание нитей по блоку отсутствует. Масса блока M, его момент инерции относительно оси вращения I. Ускорение свободного падения g.



2. Воздушный шар, заполненный гелием и слабо сообщающийся с атмосферой, начинает подниматься с земли вертикально вверх. Через полминуты, когда шар находился на высоте $H = 15{,}0$ м, в гондолу плавно влетела птица, после чего воздушны й шар стал подниматься равномерно. Определите, какой была его скорость, когда птица села в гондолу. Известно, что объем шара равен $V = 600$ м^3, суммарная масса оболочки и гондолы равна $M = 750$ кг, масса птицы $m = 1.50$ кг, температура наружного воздуха равна $t_1 = -30$°C, а температура воздуха внутри оболочки поддерживается равной $t_2 = 0$°C. Считайте, что из общей массы воздуха 75% приходится на долю азота, а 25% – на долю кислорода, атмосферное давление $P_0 = 100$ кПа, ускорение свободного падения g = 9.80 м/с^2. Воздушный шар движется медленно, поэтому силу сопротивления можно принять пропорциональной его скорости.

3. В школьной физической лаборатории ученики младших классов собирают электрическую цепь из трех резисторов с сопротивлениями R_1, R_2 и R_3 , а старшеклассники — из резистора с сопротивлением R, катушки индуктивности с индуктивностью L и конденсатора с емкостью C (цепь будет подключена к источнику переменного напряжения с частотой ω). Учащиеся пытаются выяснить, при каких условиях (соотношениях между этими величинами) сопротивление трех последовательно соединенных элементов будет больше сопротивления параллельно соединенных данных элементов. Помогите школьникам разобраться в этом вопросе.

4. На горизонтальной поверхности лежит рамка, сделанная из тонкой однородной проволоки в виде равностороннего треугольника со стороной a. Вдоль поверхности и перпендикулярно одной из сторон треугольной рамки приложено постоянное магнитное поле с магнитной индукцией B. Какой постоянный ток нужно пустить по всей рамке для того, чтобы она начала приподниматься? Масса рамки равна m, ускорение свободного падения равно g. Рассмотрите оба случая направления магнитного поля.

5. На поверхность плоской непрозрачной пластины под углом φ_0 к нормали падает однородный пучок света с объемной плотностью энергии u. Определите силу, с которой свет действует на пластину в двух случаях: 1) при зеркальном отражении; 2) при диффузном отражении (свет рассеивается равномерно по всем направлениям). Определите также интенсивность отраженного света в направлении нормали к пластине вблизи ее поверхности в этих двух случаях. Коэффициент поглощения света пластиной равен α.