

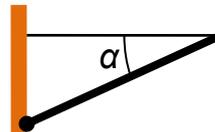
**ЗАДАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ПО ФИЗИКЕ:
условия, решения и ответы**

10 и 11 классы

БИЛЕТ № 01.

Задание 1:

Вопрос: Однородный стержень длиной 1 м и массой 1 кг может свободно вращаться в вертикальной плоскости вокруг одного из своих концов, который закреплен шарнирно. К другому концу прикреплена горизонтальная легкая нерастяжимая нить, которая удерживает стержень в положении, в котором стержень составляет с горизонталью угол 30° (см. рисунок). Найдите величину силы реакции шарнира.

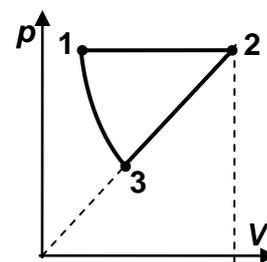


Задача: Небольшой робот должен двигать перед собой с постоянной скоростью кубик, поднимаясь по наклонной плоскости. Известно, что масса кубика в 2 раза меньше массы самого робота, коэффициенты трения ведущих (задних) колес робота и кубика о наклонную плоскость равны $\mu = \frac{2}{3}$. Передние колеса робота катятся без проскальзывания, расстояние между осями колес у него $l = 20$ см. Центр масс робота находится точно посередине между колесными осями на высоте $h = 7,5$ см. Высота точки давления рамы робота на кубик над поверхностью равна $H = 15$ см. Найдите максимальный угол наклона плоскости, при котором робот может выполнить свою задачу.

Задание 2:

Вопрос: Одноатомный идеальный газ участвует в процессе, в котором его давление растет прямо пропорционально объему. Постройте график зависимости совершенной в этом процессе работы от полученного газом количества теплоты.

Задача: В тепловом двигателе в качестве рабочего тела используется одноатомный идеальный газ. Цикл рабочего тела состоит из изобары 1-2, процесса 2-3, диаграмма которого в координатах давление-объем – прямая, проходящая через начало координат, и адиабаты 3-1 (см. рисунок). Известно, что в процессе 2-3 над газом совершается работа, равная шестой части количества теплоты, подведенной к газу в изобарическом процессе. При этом 25% работы рабочего тела в цикле расходуется на компенсацию потерь на трение в узлах двигателя. Остальные потери можно считать пренебрежимо малыми. Найти КПД двигателя.



Задание 3:

Вопрос: Электромотор подключен к аккумулятору с ЭДС 40 В. Полное сопротивление контура обмотки ротора равно 8 Ом. Найти максимальную возможную величину полезной мощности электромотора. Потери на трение в узлах двигателя пренебречь.

Задача: С помощью легких прочных тросов и электродвигателей из воды вытаскивают небольшой стальной груз. Сила сопротивления, действующая на груз со стороны воды, с хорошей точностью пропорциональна скорости его подъема. Если к грузу прицепить вертикальный трос от одного электродвигателя и использовать для питания двигателя аккумулятор с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, то в установившемся режиме ток через аккумулятор равен $I_1 = 2,2$ А. Если использовать два таких электродвигателя, подключенных к тому же аккумулятору параллельно (оба троса вертикальны), то ток возрастет до $I_2 = 3,6$ А. Каким станет ток через аккумулятор, если аналогичным образом использовать четыре таких же электродвигателя? Известно, что сила натяжения троса, создаваемая электродвигателем, прямо пропорциональна силе тока, текущего в обмотке его ротора.

Задание 4:

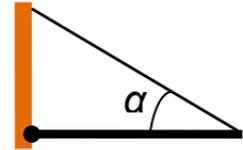
Вопрос: Небольшая лампочка приближается к тонкой линзе по главной оптической оси со скоростью 0,4 м/с. Найти скорость действительного изображения лампочки в тот момент, когда расстояние от лампочки до линзы в три раза превышает фокусное расстояние линзы.

Задача: Школьник установил на квадрокоптер пленочный фотоаппарат с дистанционным управлением. Он отрегулировал объектив так, что чувствительная поверхность пленки располагалась на расстоянии $l = 20,1$ мм от объектива – при этом максимально четкими на снимке получались объекты на поверхности земли при заданной высоте зависания квадрокоптера. Оказалось, что эти объекты становятся размытыми, если это расстояние увеличить на $\Delta l = 0,1$ мм. Каким должно быть время открытия затвора фотоаппарата, чтобы при полете на той же высоте со скоростью $v = 3$ м/с объекты на поверхности земли не получались размытыми на снимке? Диаметр объектива $d = 15$ мм, а его оптическая сила $D = 50$ дптр.

БИЛЕТ № 03.

Задание 1:

Вопрос: Однородный стержень длиной 1 м и массой 1 кг может свободно вращаться в вертикальной плоскости вокруг одного из своих концов, который закреплен шарнирно. К другому концу прикреплена легкая нерастяжимая нить, которая удерживает стержень в горизонтальном положении. Сама нить при этом составляет с горизонталью угол 30° (см. рисунок). Найдите величину силы реакции шарнира.



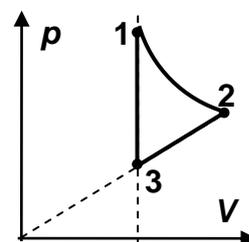
Задача: Небольшой робот должен двигать перед собой с постоянной скоростью кубик, поднимаясь по наклонной плоскости. Известно, что масса кубика в 2 раза меньше массы самого робота, коэффициенты трения ведущих (задних) колес робота и кубика о наклонную плоскость равны $\mu = 1$. Передние колеса робота катятся без проскальзывания, расстояние между осями колес у него $l = 20$ см. Центр масс робота находится точно посередине между колесными осями на высоте $h = 5$ см. Высота точки давления рамы робота на кубик над поверхностью равна $H = 15$ см. Найдите максимальный угол наклона плоскости, при котором робот может выполнить свою задачу.

Задание 2:

Вопрос: Одноатомный идеальный газ участвует в процессе, в котором его давление растет прямо пропорционально объему. Постройте график зависимости полученного газом в этом процессе количества теплоты от изменения его внутренней энергии.

Задача: В тепловом двигателе в качестве рабочего тела используется одноатомный идеальный газ.

Цикл рабочего тела состоит из изотермы 1-2, процесса 2-3, диаграмма которого в координатах давление-объем – прямая, проходящая через начало координат, и изохоры 3-1 (см. рисунок). Известно, что в процессе 2-3 над газом совершается работа, равная половине работы, совершенной газом в изотермическом процессе. При этом 20% работы рабочего тела в цикле расходуется на компенсацию потерь на трение в узлах двигателя. Остальные потери можно считать пренебрежимо малыми. Найти КПД двигателя.



Задание 3:

Вопрос: Электромотор подключен к аккумулятору с ЭДС 20 В и при этом развиваемая им полезная мощность составляет 16 Вт. Полное сопротивление контура обмотки ротора равно 4 Ом. Найти возможные значения силы тока в цепи ротора. Потерями на трение в узлах двигателя пренебречь.

Задача: С помощью легких прочных тросов и электродвигателей из воды вытаскивают небольшой латунный груз. Сила сопротивления, действующая на груз со стороны воды, с хорошей точностью пропорциональна скорости его подъема. Если к грузу прицепить вертикальный трос от одного электродвигателя и использовать для питания двигателя аккумулятор с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, то в установившемся режиме ток через аккумулятор равен $I_1 = 3,2$ А. Если использовать три таких электродвигателя, подключенных к тому же аккумулятору параллельно (все три троса вертикальны), то ток возрастет до $I_3 = 6$ А. Каким станет ток через аккумулятор, если аналогичным образом использовать шесть таких же электродвигателей? Известно, что сила натяжения троса, создаваемая электродвигателем, прямо пропорциональна силе тока, текущего в обмотке его ротора.

Задание 4:

Вопрос: Небольшая лампочка приближается к тонкой линзе по главной оптической оси со скоростью 0,4 м/с. Найти скорость мнимого изображения лампочки в тот момент, когда расстояние от лампочки до линзы равно модулю фокусного расстояния линзы.

Задача: Школьник установил на работающий пленочный фотоаппарат с дистанционным управлением. Он отрегулировал объектив так, что чувствительная поверхность пленки располагалась на расстоянии $l = 16,7$ мм от объектива – при этом максимально четкими на снимке получались объекты на выбранной им дистанции. Оказалось, что эти объекты становятся размытыми, если расстояние от пленки до объектива увеличить на $\Delta l = 0,1$ мм. Каким должно быть время открытия затвора фотоаппарата, чтобы при движении объекта со скоростью $v = 1$ м/с объекты на той же дистанции не получались размытыми на снимке? Диаметр объектива $d = 10$ мм, а его оптическая сила $D = 60$ дптр.