

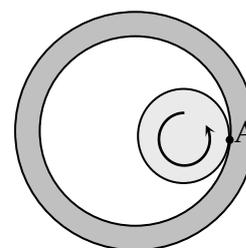
**Задачи заключительного тура
Инженерной олимпиады школьников, 11 класс, 2018-2019 учебный год**

1. Инженеры-взрывотехники, изучая взрыв экспериментального субъядерного заряда, установили, что сразу после взрыва заряд превращается в шарообразное однородное облако мельчайшей пыли радиуса R и плотности ρ_0 . Начальная скорость v каждой пылинки облака направлена от его центра и пропорциональна расстоянию r от нее до центра облака: $v = Hr$, где H - известный коэффициент. Считая, что в дальнейшем скорости пылинок не меняются, определите плотность пыли на расстоянии $R/4$ от центра облака через время t после взрыва.



2. К стене прислонили и удерживают обруч. В одной точке в стене «внутри» обруча в стену вбили гвоздь так, что обруч касается его (см. рисунок). Найти геометрическое место точек стены, в которые нужно вбить второй гвоздь внутри обруча, чтобы обруч оставался неподвижным. Ответ обосновать (даже правильный ответ без обоснования засчитываться не будет).

3. В конце 19 века в связи с развитием машиностроения велись интенсивные работы по преобразованию одного движения в другое. Например, вращательного в движение по прямой или s -образное. Тогда математики вспомнили о теореме, доказанной 900 лет назад известным персидским математиком Насиром ад-Туси. Эта теорема сводится к следующему. Пусть

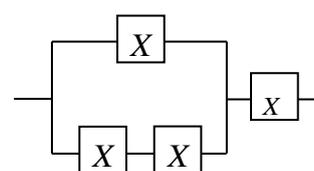


по внутренней поверхности полого цилиндра с внутренним радиусом R катится без проскальзывания диск радиуса $R/2$. Какой будет траектория движения точки на поверхности диска (например, точки A на рисунке)? Ответ обоснуйте. Найдите зависимость величины скорости точки A от времени, если диск вращается вокруг своей оси с угловой скоростью ω , а в начальный момент точка A касалась поверхности цилиндра в самой правой ее точке (см. рисунок).

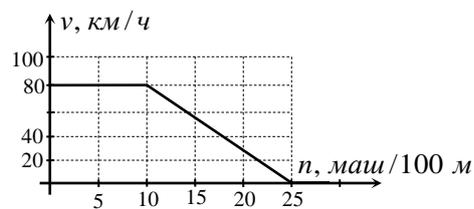
4. Работая в секретной военной лаборатории Чебурашка и крокодил Гена синтезировали необычный материал. Его удельная теплоемкость c зависит от температуры t в шкале Цельсия по закону: $c(t) = c_0(1 + \gamma t)$, где $c_0 = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·град) и $\gamma = 0,05$ град⁻¹ – известные постоянные.

Образец данного материала массой $m = 0,5$ кг и начальной температурой $t_0 = 0^\circ\text{C}$ бросают в воду массой $2m$ и температурой $t_1 = 45^\circ\text{C}$. Какая установится температура? Удельная теплоемкость воды $c = 2c_0 = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·град), потерями тепла пренебречь.

5. Элемент X обладает следующей вольтамперной характеристикой (зависимостью тока через него I от приложенного к нему электрического напряжения): $I = \alpha U^2$, где α - известное число. Из четырех одинаковых элементов X собрали цепь, схема которой приведена на рисунке. Найти ее вольтамперную характеристику.



6. При исследовании автомобильных пробок инженерам-дорожникам приходится рассчитывать пропускные способности дорог, максимальное количество машин, которые могут проехать по тому или иному участку дороги, причем исходя из возможностей и предпочтений

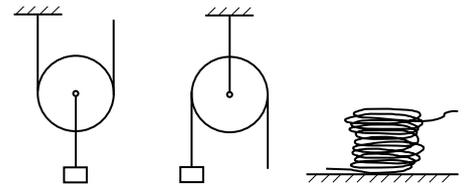


усредненного водителя. Пусть по прямому участку шоссе движется поток машин. Их скорости одинаковы и не меняются с течением времени. Дан график зависимости скорости, с которой едут машины в потоке v (в километрах в час), от числа машин n , приходящихся на 100 м дороги. Какое максимальное количество машин может проехать за 1 час около некоторой отметки на дороге?

Решения и критерии оценивания
Задач заключительного тура
Инженерной олимпиады школьников, 11 класс, 2018-2019 учебный год
Комплект 2

1. Имеется два сосуда, в которых находится серная кислота массой m и $2m/3$. Если смешать все содержимое сосудов, получится раствор с концентрацией C , а если смешать равные массы растворов, взятых из обоих сосудов, получится раствор концентрации $1,2C$. Найти концентрацию кислоты в сосудах.

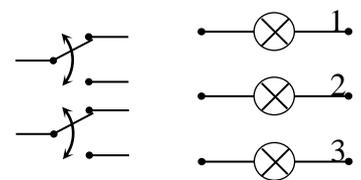
2. Имеются произвольные – подвижные (левый рисунок) или неподвижные (центральный рисунок) блоки и неограниченное количество веревки (правый рисунок). Подвижный блок позволяет получить двукратный выигрыш в силе, неподвижный – поменять



направление приложения усилия. Предложите подъемные механизмы, использующие подвижные и неподвижные блоки, которые будут давать выигрыш в силе в три раза и в пять раз. Задействуйте как можно меньшее число элементов. Можно использовать блоки разных радиусов, закреплять блоки разных радиусов на одной оси и т.д. В качестве решения нарисуйте предложенную схему соединения веревок и блоков и обоснуйте увеличение силы.

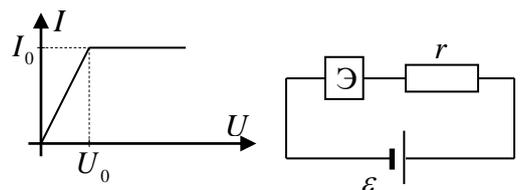
3. Кинофильм записан на пленке, которая намотана на катушку. За какое время пленка перемотается на другую точно такую же катушку, если вращать принимающую катушку с постоянной угловой скоростью ω . Длина пленки l , радиус пустой катушки R . Толщина пленки много меньше диаметра катушки.

4. Предложите схему включения в бытовую электрическую сеть трех лампочек. Цепь должна содержать: три лампочки и два переключателя на два положения (рисунок) и иметь следующие режимы работы: при определенном положении двух переключателей нормальным накалом



горит только первая лампа; при другом положении переключателей нормальным накалом горит только вторая лампа; при третьем положении переключателей нормальным накалом горит только третья лампа; при четвертом положении переключателей нормальным накалом горят все три лампы.

5. Вольтамперная характеристика (зависимость тока от напряжения) для некоторого элемента электрической цепи приведена на графике. Такой элемент (обозначен буквой Э на схеме цепи) с последовательно соединенным сопротивлением r подключают к источнику постоянной



ЭДС ε . Найти напряжение на элементе и силу электрического тока, протекающего через него. Сопротивлением источника пренебречь. Величины I_0 и U_0 - известны.

6. Цилиндрическое бревно массой m и радиусом R удерживают в горизонтальном положении с помощью двух одинаковых балок длиной l и вертикальной стены. Один конец каждой балки закреплен шарнирно на стене, второй - привязан к стене с помощью горизонтального троса (см. рисунок), при этом балки располагаются под углом α к стене. При каком угле α сила натяжения тросов минимальна? Найти минимальную силу натяжения тросов.

