

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2022-23 учебный год. 10 класс. Максимальный балл – 50.**

Задача №1

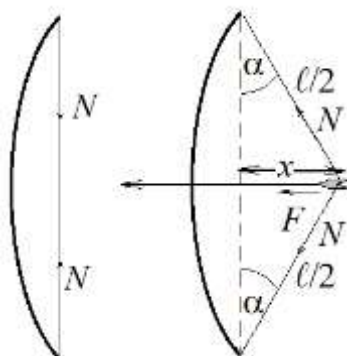
Кипятильник мощностью $P_1 = 200$ Вт, помещенный в кастрюлю с $V = 1$ литром воды, способен нагреть её максимально до $t_1 = 60$ °С (больше вода не нагревается). Другой кипятильник, мощностью $P_2 = 400$ Вт нагревает эту же воду максимум до $t_2 = 95$ °С. Определите:

- 1) комнатную температуру t_0 ;
- 2) за какое время τ третий кипятильник мощностью $P_3 = 600$ Вт, полностью превратит в пар тоже самое количество воды, уже нагретой до $t_3 = 100$ °С в той же кастрюле.

Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. Удельная теплота парообразования воды $L = 2,2 \cdot 10^6$ Дж/кг. Температура окружающего воздуха постоянна. Считать, что рассеяние тепла в окружающее пространство идет только с открытой поверхности воды.

Задача №2

Большой эльфийский лук можно рассматривать как упругий стержень, согнутый в дугу, концы которой стянуты тонкой нерастяжимой нитью (тетивой). Перед выстрелом стрелок отклоняет предварительно натянутую тетиву, совершая при этом работу своей рукой. Эта работа затрачивается на увеличение потенциальной энергии деформации изгиба лука. В момент выстрела стрелок отпускает тетиву, лук распрямляется, а тетива восстанавливает прямолинейную форму, ускоряя стрелу.



1. В первом приближении можно считать, что сила N натяжения тетивы в процессе выстрела остаётся неизменной. Покажите, что сила F , действующая на стрелу, является упругой, т.е. её величина пропорциональна x – отклонению тетивы от прямолинейного положения (см. рисунок).

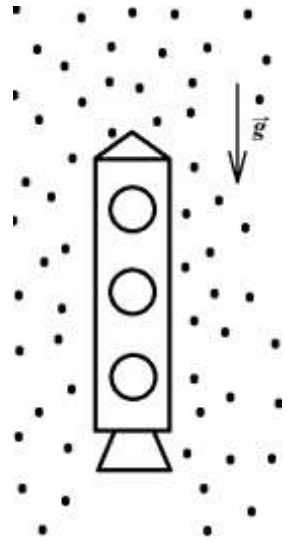
2. Найти коэффициент упругости лука $k = \frac{F}{x}$.

3. Выразите максимальную потенциальную энергию деформации лука, через длину тетивы лука l , силу натяжения тетивы N и максимальную величину отклонения тетивы от равновесного положения $x_{\text{макс}}$.

4. Определить максимальную дальность стрельбы из лука, если: масса стрелы $m = 50$ г, $l = 2$ м, перед выстрелом лучник удерживает стрелу с силой $F = 200$ Н, величина силы натяжения тетивы $N = 200$ Н.

Задача №3

В однородном пылевом облаке вертикально с постоянной скоростью v движется цилиндрическая ракета с площадью поперечного сечения S . Корпус ракеты испытывает неупругие соударения с пылинками, находящимися во взвешенном состоянии (неподвижны относительно земли), которые налипают на ракету. Масса ракеты вместе с топливом, находящимся на борту, и налипшими пылинками остается постоянной и равна M . Массовый расход топлива (масса топлива, выбрасываемая реактивными двигателями в единицу времени) равен μ . Объёмом осевших пылинок можно пренебречь. Ускорение свободного падения g направлено против движения ракеты.



Вопрос №1: Выразите плотность пылевого облака ρ .

Вопрос №2: Выразите скорость истечения газов u относительно ракеты.

Параллельно первой ракете в том же облаке равномерно движется вторая с той же площадью поперечного сечения S и скоростью истечения газов относительно ракеты u , но с другим массовым расходом топлива $\mu' = \frac{4}{5} \cdot \mu$ и другой массой M' , также остающейся постоянной (масса ракеты + масса топлива на борту + масса налипшей пыли).

Вопрос №3: Во сколько раз скорость второй ракеты u' отличается от скорости первой ракеты?

Вопрос №4: Определите массу M' второй ракеты.

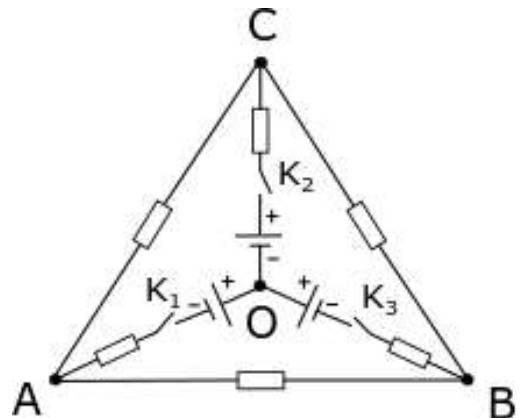
Задача №4

Три идеальных источника, с напряжениями U подключены в цепь, как показано на рисунке. Сопротивления всех резисторов равны R . Изначально все ключи разомкнуты.

Вопрос №1: Чему равен ток на участке АВ, после замыкания K_1 ?

Вопрос №2: Чему равен ток на участке АС после замыкания K_2 , при замкнутом K_1 ?

Вопрос №3: Чему равен ток на участке СВ после замыкания K_3 , при замкнутых K_1 и K_2 ?



Задача №5

Для изучения процесса скатывания шарика по наклонной плоскости была собрана установка, представляющая собой:

- плоскость с регулируемым углом наклона;
- устройство, расположенное в верхней части плоскости, удерживающее шарик и отпускающее его без начальной скорости по сигналу блока управления;
- устройство, расположенное в нижней части плоскости, представляющее собой «оптические ворота» и позволяющее зафиксировать момент достижения шариком нижней части плоскости, передающее сигнал на модуль управления;
- модуль управления, запускающий отсчет времени одновременно с подачей сигнала на пусковое устройство и останавливающий при срабатывании нижнего датчика.

Таким образом установка позволяет измерять время скатывания шарика по наклонной плоскости с очень хорошей точностью, НО есть нюанс...

Данная установка использовалась школьниками и устройство запуска начало немного «подклинивать» не всегда отпуска шарик строго в момент пуска. Тем не менее опытные исследователи провели ряд экспериментов, определив, что путь, который шарик проходит по наклонной плоскости равен $L = 0,94$ м, а также провели серию измерений времени скатывания шарика от угла. Для каждого угла опыт проводился три раза. Результаты измерений представлены в таблице.

№	угол	t1, мс	t2, мс	t3, мс
1	45	594	588	586
2	40	645	646	729
3	35	715	719	721
4	30	892	811	817
5	25	910	904	906
6	20	1050	1139	1048
7	15	1230	1231	1229
8	10	1595	1524	1525
9	5	2325	2314	2320

Также исследователям известно из теоретических соображений, что ускорения шарика, скатывающегося без проскальзывания, зависит от угла следующим образом: $a = p g \sin \alpha$, где p – некоторая константа.

Определите:

- 1) значение константы p ;
- 2) угол, при котором шарик начинает проскальзывать.

Погрешность оценивать не нужно.