

Всероссийская олимпиада школьников по физике

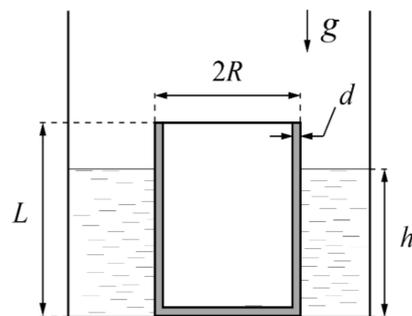
9 класс, региональный этап, 2020/21 год

Первый тур

Задача 1. Кот Леопольд, находясь на крыше дома, два раза выстрелил в противоположных направлениях с одинаковыми скоростями камушками из рогатки. Перед падением на землю скорости камушков были направлены перпендикулярно друг другу. Определите высоту h дома, если известно, что суммарное время полёта камушков $t_0 = 3$ с, а времена их движения отличаются в два раза. С какой скоростью v камушки были выпущены из рогатки? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

$$v/\sqrt{g} \approx \sqrt{\frac{81}{5}} \sqrt{h} \approx a$$

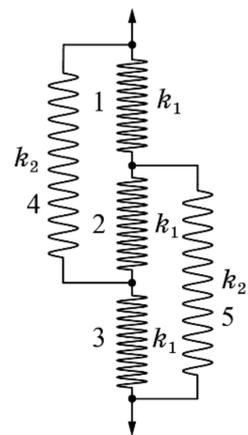
Задача 2. Внешний радиус цилиндрического стакана, находящегося в высоком аквариуме с шероховатым дном, равен R , высота L , толщина стенок и дна d (см. рис.). Сверху стакан герметично закрыт тонким легким диском радиуса R . Плотность жидкости в аквариуме ρ , плотность материала стакана 20ρ .



- Получите зависимость силы реакции N , с которой стакан действует на дно аквариума, от уровня h налитой в аквариум жидкости. Постройте график зависимости $N(h)$. Укажите на графике характерные точки, выразив их через величины, заданные в условии.
- При каком соотношении между d и L стакан может всплыть? Считайте, что R фиксировано и выполняется условие $0 < d \leq 0,04R$.

$$N(h) = 20\rho g R d (2L + h) - \pi \rho g R^2 h; \quad \text{или} \quad L \geq \frac{R}{20d} \text{ или } d > 0,025R$$

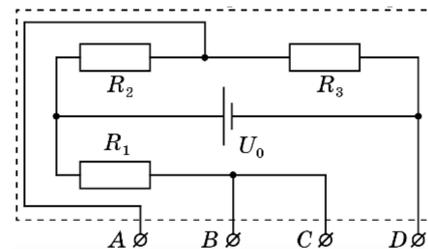
Задача 3. Пять пружинок соединены так, как показано на рисунке, и в исходном состоянии ни одна из них не деформирована. Коэффициенты жесткости трех пружин равны k_1 , а двух оставшихся — k_2 .



- Чему равен эффективный коэффициент жесткости системы пружин?
- Систему растягивают, прикладывая к ее концам одинаковые силы. При каком соотношении k_1 и k_2 пружина 2 окажется сжатой?

$$k = k_1 + 3k_2; \quad \text{или} \quad k_2 \geq \frac{3k_1}{2}$$

ЗАДАЧА 4. В «сером» ящике находится электрическая цепь, схема которой приведена на рисунке. К клеммам AB ящика подключают идеальный вольтметр, а к клеммам CD — различные резисторы, сопротивления которых в n раз больше, чем у резистора R_1 . Зависимость показаний вольтметра U от n представлена в таблице.



$U, \text{В}$	2,2	3,9	5,0	5,4	6,2	6,5	6,9
n	1	2	3	4	5	7	8

Задание.

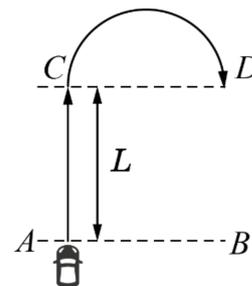
1. Выведите формулу теоретической зависимости $U(n)$.
2. Постройте график зависимости $U(n)$ по данным таблицы.
3. Определите напряжение U_0 источника и отношение $k = R_3/R_2$. Для этого можете либо:
 - осуществить линеаризацию зависимости $U(n)$, т. е. найти такую функцию $z(n)$, для которой зависимость $U(z)$ является линейной и построить её график, по которому определить U_0 и k . (За такой вариант решения этого пункта вы получите до 12 баллов).
 - Использовать две пары значений из таблицы и уравнение, полученное в пункте 1 задания. Выбор значений U и n для расчёта необходимо обосновать с помощью графика, построенного в пункте 2 задания. (За такой вариант решения этого пункта вы получите до 8 баллов).

Примечание: баллы за разные способы решения пункта 3 не суммируются!

$$U = U_0 \left(\frac{1}{1+k} - \frac{1}{1+n} \right) \quad (1)$$

Второй тур

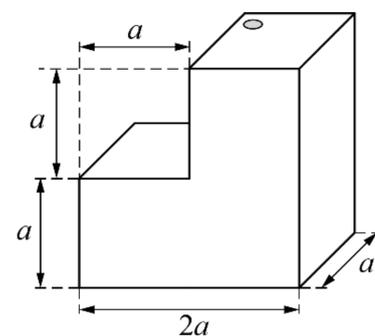
ЗАДАЧА 5. Автомобиль должен проехать с постоянным ускорением прямой участок длиной L от линии старта AB до линии CD и, после её пересечения, развернувшись по дуге окружности на 180° , пересечь эту линию в обратном направлении (см. рис.). Начальная скорость автомобиля равна нулю, а на закругленном участке постоянна и равна скорости, достигнутой при разгоне по прямой. Ускорение автомобиля во время всего движения не должно превышать a_{\max} .



Во сколько раз время t_1 движения автомобиля от A до D при разгоне на участке AC с ускорением a_{\max} , превышает минимально возможное время t_2 движения от A до D по той же траектории?

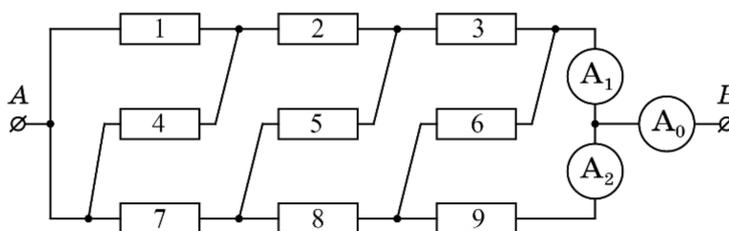
$$t_1/t_2 \approx \frac{v \sqrt{2}}{v+1} = \frac{t_1}{t_2}$$

ЗАДАЧА 6. Тонкостенный сосуд (в форме уголка) без дна, изображенный на рисунке, установлен на гладкой горизонтальной поверхности. В него через небольшое отверстие в правой верхней грани наливают воду. Когда $5/6$ объема сосуда оказывается заполненным, вода начинает вытекать из-под него. Определите массу сосуда если известно, что $a = 10$ см, а плотность воды $\rho = 1,0 \cdot 10^3$ кг/м³.



$$m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$$

ЗАДАЧА 7. Электрическая цепь состоит из девяти одинаковых резисторов и трёх идеальных амперметров (A_0, A_1, A_2).



Через амперметр A_0 протекает ток силой $I_0 = 9$ мА. Определите показания амперметров A_1 и A_2 .

$$I_{A1} = 2 \text{ мА}, I_{A2} = 2 \text{ мА}$$

ЗАДАЧА 8. В стакан, установленный на весах, налит жидкий азот. Из-за теплообмена с окружающей средой азот выкипает и показания весов уменьшаются. В некоторый момент времени в стакан опускают цилиндр, имеющий комнатную температуру ($t_0 = +24^\circ\text{C}$ в таблице). Зависимость показания весов от времени приведена в таблице.

τ , мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m , г	250,0	244,0	238,0	232,0	289,5	270,5	251,5	232,5	220,0	214,0	208,0	202,0	196,0

1. Постройте график зависимости $m(\tau)$.
2. Определите удельную теплоту λ испарения азота.

Температура кипения азота $t_K = -196^\circ\text{C}$, масса цилиндра $M = 70$ г. Зависимость удельной теплоемкости материала цилиндра от температуры в диапазоне от -200°C до $+50^\circ\text{C}$ линейная, при этом удельная теплоемкость при -200°C равна 300 Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$), а при 50°C равна 1200 Дж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$).

$$\lambda = 210 \text{ кДж/кг}$$