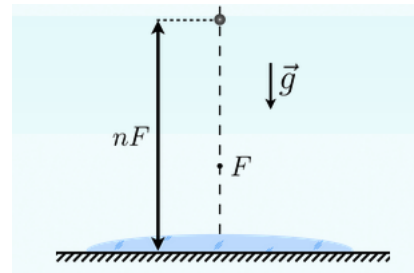


## Открытая олимпиада Физтех-лицея 2015

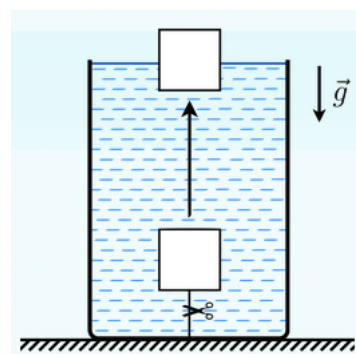
## Физика, 11 класс

1. На тонком прозрачном горизонтальном столе лежит тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = 70$  см. На главной оптической оси линзы удерживают маленький шарик. Он находится на высоте  $nF$  над поверхностью стола. Его отпускают без начальной скорости. Он падает и разбивает линзу на мелкие части. Чему равна длительность промежутка времени, в течение которого существовало мнимое изображение шарика, если  $n = 4$ ? Ответ выразить в мс, округлив до целых. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивлением воздуха пренебречь.



001

2. С помощью нити пластиковый кубик массой  $m = 13$  г прикреплён ко дну цилиндрического сосуда, наполненного водой, причём кубик целиком погружён в воду. После того как перерезали нить, кубик всплывает. Как и на сколько изменился уровень воды в сосуде? Ответ выразить в мм, округлив до целых. Если уровень повысился, то ответ следует внести со знаком «+», если же понизился, то со знаком «-». Длина ребра кубика равна  $a = 5$  см. Площадь поперечного сечения сосуда равна  $S = 160$  см<sup>2</sup>. Плотность воды  $\rho = 1$  г/см<sup>3</sup>.

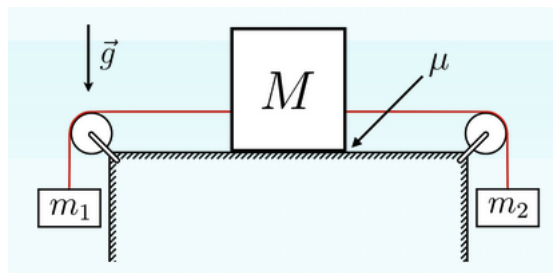


L-

3. Лампочка включена в сеть с постоянным напряжением  $U = 100$  В. На ней выделяется тепловая мощность  $N = 160$  Вт. Какое сопротивление нужно включить последовательно с лампочкой, чтобы выделяемая на ней тепловая мощность уменьшилась в  $n = 9$  раз? Ответ выразить в Ом, округлив до целых. Зависимостью сопротивления от температуры пренебречь.

121

4. На горизонтальном столе с коэффициентом трения  $\mu = 0,4$  удерживают брусок массой  $M = 3$  кг. С помощью нитей, переброшенных через неподвижные блоки, к нему присоединили два груза массами  $m_1 = 1$  кг и  $m_2 = 2$  кг. Затем брусок отпустили. Чему равна сила натяжения левой нити? Ответ выразить в Н, округлив до целых. Массами нитей и блоков можно пренебречь. Нити нерастяжимы.

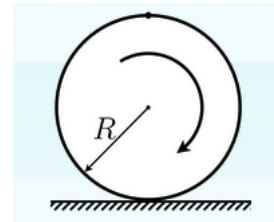


01

5. Две равномерно заряженные сферы имеют общий центр. Потенциал внутренней сферы равен  $\varphi_1 = 11$  В, а потенциал внешней —  $\varphi_2 = 6$  В. Внешнюю сферу заземляют. Чему станет равен потенциал внутренней сферы? Ответ выразить в В, округлив до целых.

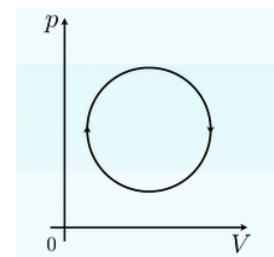
5

6. Колесо радиусом  $R = 1,4$  м равномерно катится по горизонтальной поверхности дороги. С его верхней точки срывается капелька грязи. Через какое время колесо на неё наедет? Ответ выразить в с, округлив до десятых. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Колесо катится без проскальзывания. Сопротивлением воздуха пренебречь.



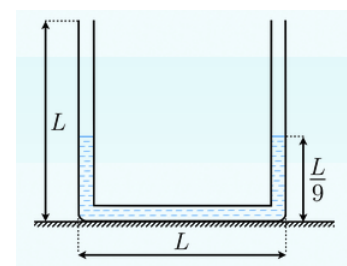
671

7. Идеальный газ в циклическом процессе, имеющем вид окружности на осях  $p(V)$ , достигал минимальной  $T_1 = 100$  °С и максимальной  $T_2 = 200$  °С температуры, причём обе точки процесса с этими температурами оказались на одной прямой, проходящей через начало координат графика. Определите температуру в центре циклического процесса. Ответ выразить в °С, округлив до целых.



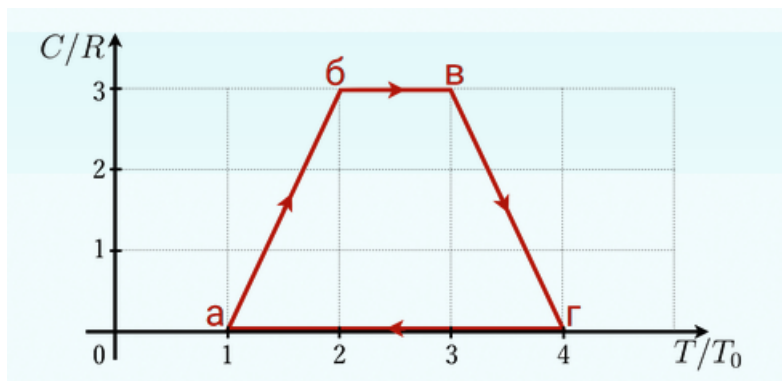
671

8. Тонкая U-образная трубка, размеры которой указаны на рисунке, заполнена ртутью до высоты  $L/9$  вертикальных частей трубки. Её начинают двигать горизонтально с некоторым ускорением  $a$ . При каком максимальном значении  $a$  ртуть ещё не будет выливаться из трубки? Ответ выразить в м/с<sup>2</sup>, округлив до целых. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



47

9. С одним молем газа был совершён процесс  $a-b-b-2$ , в ходе которого его молярная теплоёмкость  $C$  изменялась с температурой  $T$  в соответствии с приведённым графиком. Определите работу, совершённую газом в процессе  $a-b-b-2$ , если его внутренняя энергия увеличилась на  $\Delta U = 1,47$  кДж. Ответ выразить в кДж, округлить до целых. Известно, что  $T_0 = 250$  К. Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль · К).

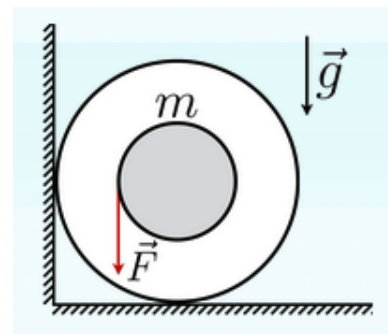


11

10. Тонкая линза, фокусное расстояние которой равно  $F = 14$  см, создаёт действительное изображение предмета, расположенного перпендикулярно её главной оптической оси. Линзу передвинули на расстояние  $x = 7$  см. При этом получилось мнимое изображение того же размера. Найти величину поперечного увеличения. Если ответ не целый, то округлить до десятых.

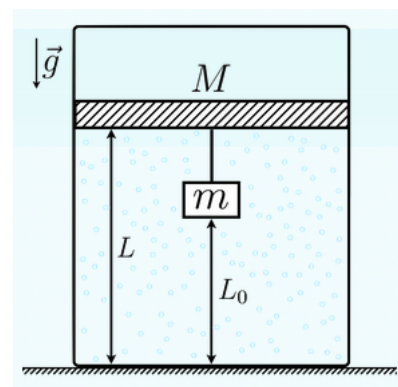
7

11. К стене прижата катушка, состоящая из двух соосных цилиндров. Её масса равна  $m = 6$  кг. Она неподвижна. Радиус внешнего цилиндра в 2 раза больше радиуса внутреннего цилиндра. На внутренний цилиндр катушки намотана нить. За свободный конец нити начинают тянуть вертикально вниз с некоторой силой. При каком значении этой силы катушка начнёт вращаться? Ответ выразить в Н, округлив до целых. Коэффициенты трения о пол и стенку одинаковы и равны  $\mu = 0,1$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



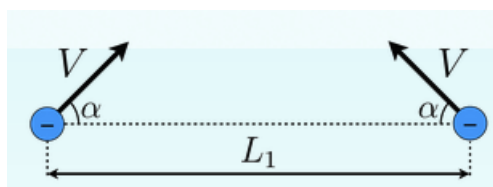
21

12. Вертикальный теплоизолированный сосуд разделён тяжёлым поршнем на две части. В нижней части находится гелий. В верхней части — вакуум. К поршню на нити подвешен маленький груз массой  $m = 34$  кг. Груз находится на высоте  $L_0 = 2,6$  м, а поршень — на высоте  $L = 2,8$  м. Внезапно нить обрывается. Груз падает на дно сосуда и прилипает к нему. После удара поршень смещается вверх на расстояние  $h = 10$  см. Чему равна масса поршня, если вся энергия, выделившаяся вследствие неупругого удара, пошла на нагрев газа? Ответ выразить в кг, округлив до целых.



926

13. Два электрона удерживаются на расстоянии  $L_1 = 96$  см друг от друга. Их одновременно отпускают, сообщая каждому из них одинаковую начальную скорость. На какое минимальное расстояние сблизятся электроны, если вектора их начальных скоростей будут направлены под углом  $\alpha = 45^\circ$  к прямой, их соединяющей? Известно, что если  $\alpha = 0$ , то минимальное расстояние равно  $L_2 = 32$  см. Ответ выразить в см, округлив до целых. Силой тяжести пренебречь.

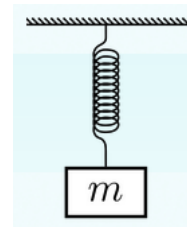


48

14. В калориметре смешали  $m_1 = 200$  г льда при температуре  $t_1 = -20^\circ\text{C}$  и  $m_2 = 100$  г пара при температуре  $t_2 = +100^\circ\text{C}$ . Чему равна масса воды в системе после установления теплового равновесия? Ответ выразить в граммах, округлив до целых. Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь. Удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4200$  Дж/(кг·°C). Удельная теплоёмкость льда  $c_{\text{л}} = 2100$  Дж/(кг·°C). Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 330$  кДж/кг. Удельная теплота парообразования воды  $L = 2300$  кДж/кг.

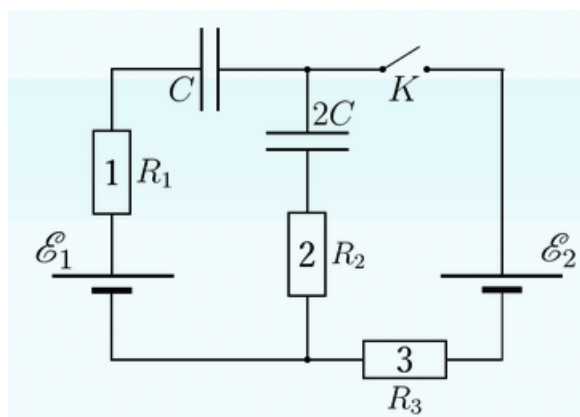
69Z

15. Шарик висит на лёгкой упругой пружине в поле тяжести. В положении равновесия в пружине запасена некоторая энергия деформации  $U_1 = 4$  Дж. Вертикальным толчком шарiku сообщается кинетическая энергия, равная  $U_2 = 16$  Дж. Чему равна максимальная энергия деформации в процессе возникших колебаний? Ответ выразить в Дж, округлив до целых. Затуханием колебаний пренебречь.



9E

16. В электрической цепи, приведённой на рисунке, ключ  $K$  разомкнут. Чему равна величина силы тока через резистор 1 сразу после замыкания ключа  $K$ ? Ответ выразить в А, округлив до десятых. Известно, что  $\mathcal{E}_1 = 8$  В,  $\mathcal{E}_2 = 15$  В,  $R_1 = 4,9$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом,  $R_3 = 4$  Ом,  $C = 90$  мкФ. Внутренним сопротивлением батарей пренебречь.

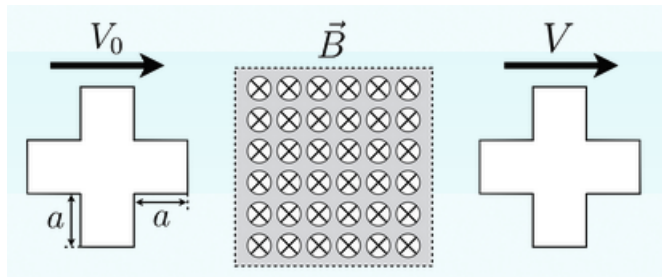


8'0

17. В цилиндре под поршнем находится воздух с относительной влажностью 70% под давлением  $p = 1,4p_0$  и температуре  $T = 100^\circ\text{C}$ . Поршень вдвигают в цилиндр так, что объём под поршнем уменьшается в 2 раза при неизменной температуре. Чему станет равно давление воздуха в цилиндре? Ответ выразить в атм, округлив до десятых. Нормальное атмосферное давление  $p_0 = 1$  атм =  $10^5$  Па.

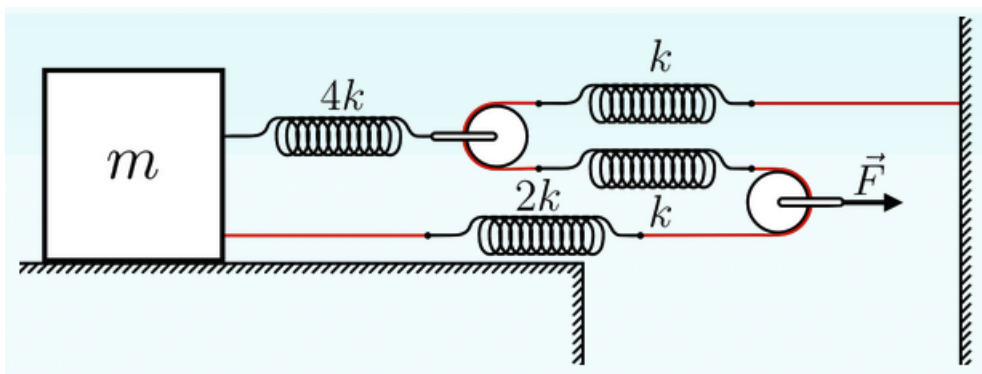
2.4

18. Проволочная рамка в форме креста, имеющая начальную скорость  $V_0 = 10$  м/с, пролетает через область однородного магнитного поля с индукцией  $B = 0,1$  Тл. Чему равна конечная скорость рамки  $V$ ? Ответ выразить в м/с, округлив до целых. Масса рамки  $m = 11$  г. Сопротивление всей рамки  $R = 20$  мОм. Сторона одного фрагмента рамки  $a = 10$  см. Ширина области поля больше  $3a$ . Гравитацию не учитывать.



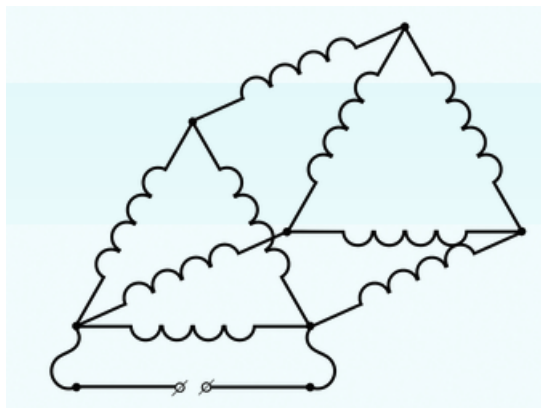
16

19. Для перемещения тяжёлого ящика была собрана система из блоков и пружин разных жёсткостей ( $k, 2k, 4k$ ). При проверке её работоспособности выяснилось, что для перемещения ящика на  $x = 28$  см с помощью системы приходится совершать работу вдвое большую, чем для перемещения этого ящика горизонтальной силой на такое же расстояние без использования системы. Перед началом проверки все пружины были не деформированы, нити слегка натянуты. На какое расстояние  $z$  в ходе проверки смещалась точка приложения силы  $F$  к тому моменту, когда ящик смещался на  $x$ ? Ответ дать в см, округлив до десятых.



171

20. Систему (в виде призмы) из нескольких одинаковых идеальных катушек подключили к внешнему источнику постоянного напряжения. В некоторый момент времени оказалось, что через одну из катушек идёт ток  $I_1 = 9$  мА, а через другую —  $I_2 = 12$  мА. Какой ток в этот момент идёт через источник? Ответ выразить в мА, округлив до целых.



45