

Второй (заключительный) этап академического соревнования

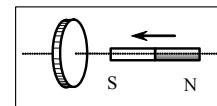
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 17.

**ЗАДАЧА 1.**

Южный полюс магнита приближается с некоторой скоростью к металлическому кольцу, двигаясь вдоль его оси перпендикулярно плоскости кольца. На рисунке покажите направление индукционного тока в кольце. Ответ поясните.

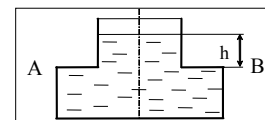


**ЗАДАЧА 2.**

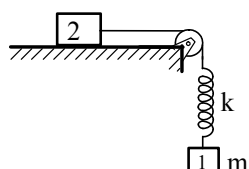
На столе лежат стопкой 10 одинаковых книг. В каком случае нужно приложить меньшую силу: чтобы сдвинуть четыре верхние книги или вытянуть из стопки третью книгу сверху? Ответ обосновать.

**ЗАДАЧА 3.**

Открытый бак, состоящий из двух соосных цилиндров диаметрами  $d$  и  $2d$ , заполнен жидкостью плотности  $\rho$ , как показано на рисунке. Бак стоит на полу лифта, который поднимается вверх с ускорением  $a = 0,25 g$ . Определите силу давления жидкости на горизонтальную поверхность АВ, соединяющую оба цилиндра. Атмосферное давление равно  $p_0$ .



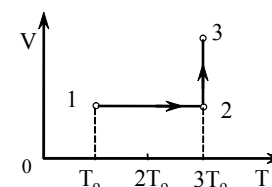
**ЗАДАЧА 4.**



Груз массы  $m$  подвешен через пружину жёсткости  $k$  на нерастяжимой нити, перекинутой через блок, соединённой с бруском 2, лежащим на горизонтальной плоскости. В начальный момент груз  $m$  удерживается так, что пружина находится в ненапряжённом состоянии, затем его отпускают без начальной скорости. Найдите минимальную массу бруска 2, при которой он ещё будет оставаться неподвижным. Коэффициент трения между бруском 2 и плоскостью равен  $\mu$ . Массой пружины, нити, блока и трением в нём пренебречь.

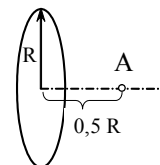
**ЗАДАЧА 5.**

Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 по изохоре 1-2 и изотерме 2-3, как показано на графике зависимости объёма  $V$  от температуры  $T$  ( $T_0 = 100$  К). На участке 2-3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты.



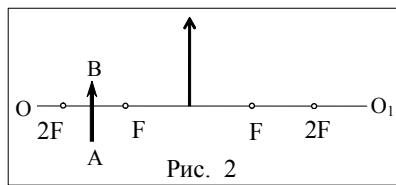
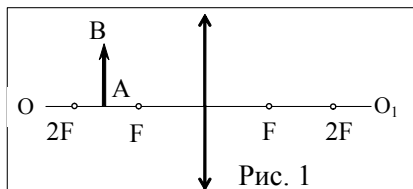
Найдите отношение полной работы газа  $A_{123}$  ко всему количеству подведённой к газу теплоты  $Q_{123}$

**ЗАДАЧА 6.**



По кольцу радиуса  $R$  равномерно распределён заряд  $q$ . Определите потенциал  $\varphi$  в точке  $A$ , находящейся на оси, перпендикулярной плоскости кольца, и отстоящей от центра кольца на расстоянии  $h = 0,5 R$ .

### ЗАДАЧА 7.



Предмет располагается перед собирающей линзой, как показано на рис. 1. Линзу разрезали по оси  $OO_1$ . Нижнюю половину линзы удалили, а

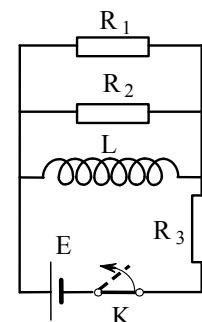
верхнюю половину сдвинули вверх по отношению к предмету, как показано на рис. 2. Постройте изображение предмета в оставшейся верхней половине линзы (рис. 2).

### ЗАДАЧА 8.

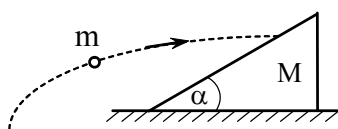
Найдите максимальный потенциал  $\varphi$ , до которого может зарядиться удаленный от других тел медный шарик при облучении его электромагнитным излучением с длиной волны  $\lambda = 0,14$  мкм. Работа выхода для меди  $A = 4,47$  эВ.

### ЗАДАЧА 9.

В электрической цепи, представленной на рисунке, ключ  $K$  в начальный момент замкнут, и по цепи идет постоянный ток. Какое количество теплоты выделится в резисторе  $R_1$  после размыкания ключа. Параметры элементов цепи: индуктивность катушки равна  $L$ ,  $R_1 = R$ ,  $R_2 = 2R$ ,  $R_3 = R$ , ЭДС источника тока равна  $E$ . Активным сопротивлением катушки и сопротивлением источника тока пренебречь.



### ЗАДАЧА 10.



На гладкой горизонтальной поверхности массивной плиты покоится клин массы  $M$  с углом наклона  $\alpha = 30^\circ$ . Клин плотно прилегает к поверхности плиты. Летящий по параболической траектории шар массы  $m$  ударяется о гладкую наклонную поверхность клина, причём в момент удара его скорость направлена горизонтально (удар абсолютно упругий). В результате клин начинает двигаться по плите. Найдите отношение  $m/M$ , если через некоторое время шар попадает в ту же самую точку на клине, от которой он отскочил.

**Второй (заключительный) этап академического соревнования**

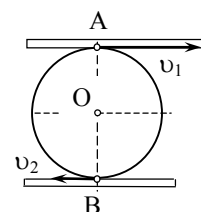
**Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»**

**Весна, 2016 г.**

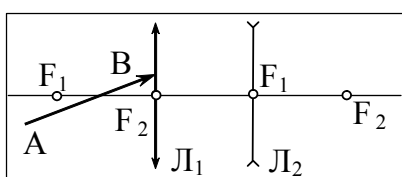
**Вариант № 19.**

**ЗАДАЧА 1.**

Две параллельные рейки движутся со скоростями  $v_1 = 6 \text{ м/с}$  и  $v_2 = 4 \text{ м/с}$  относительно земли. Между рейками зажат диск, катящийся по рейкам без скольжения. Найдите скорость центра  $O$  диска относительно земли.



**ЗАДАЧА 2.**

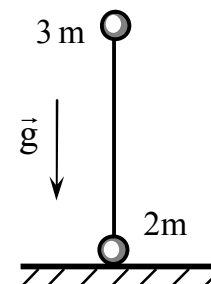


Оптическая система состоит из собирающей  $L_1$  и рассеивающей  $L_2$  линз с общей главной оптической осью. Главные фокусы собирающей линзы обозначены  $F_1$ , а рассеивающей линзы –  $F_2$ . Постройте дальнейший ход луча  $AB$  через оптическую систему.

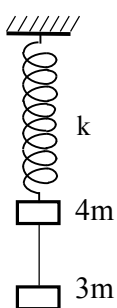
систему.

**ЗАДАЧА 3.**

На гладкую горизонтальную поверхность поставили вертикально гантельку длины  $\ell$ , состоящую из невесомого жесткого стержня с двумя маленькими шариками на концах, массы которых  $3m$  и  $2m$ . Гантельку отпускают без начальной скорости, и она начинает падать. Найдите скорость, с которой верхний шарик коснется горизонтальной поверхности, и величину перемещения нижнего шарика к этому моменту времени. Силами трения пренебречь.

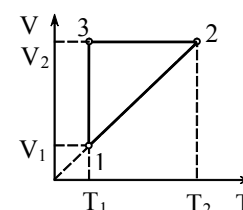


**ЗАДАЧА 4.**



К пружине жёсткости  $k$  подвешены два груза, соединенных невесомой нитью, массы которых  $4m$  и  $3m$ . Найдите, на какую максимальную величину  $\Delta \ell$  поднимется верхний груз относительно первоначального положения после пережигания нити.

**ЗАДАЧА 5.** Теплоизолированный баллон разделён теплоизолирующей перегородкой с клапаном на две части. При закрытом клапане в одной части баллона объёма  $V_1 = 3 \text{ л}$  находится кислород при давлении  $p_1 = 2 \cdot 10^5$  и температуре  $T_1 = 900 \text{ К}$ , а в другой части баллона объёма  $V_2 = 6 \text{ л}$

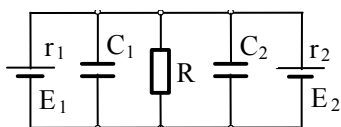


находится аргон при давлении  $p_2 = 4 \cdot 10^5$  и температуре  $T_2 = 300\text{К}$ .  
Найдите температуру газа, которая установится в баллоне после открытия клапана.

### ЗАДАЧА 6.

На рисунке показан график цикла тепловой машины, рабочим телом которой является один моль идеального одноатомного газа. Определите КПД цикла, если известно, что  $V_2 / V_1 = 3$ ,  $T_1 = 300\text{ К}$ , а работа, совершаемая над газом в процессе 3-1  $A_{3-1} = 2740\text{ Дж}$ .

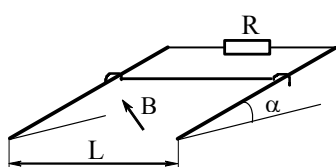
### ЗАДАЧА 7.



В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, ЭДС источников тока  $E_1 = 6\text{ В}$ ,  $E_2 = 5\text{ В}$ , внутренние сопротивления  $r_1 = 1\text{ Ом}$ ,  $r_2 = 2\text{ Ом}$ . Сопротивление  $R = 1\text{ Ом}$ , ёмкость конденсатора  $C_1 = 5\text{ мкФ}$ ,  $C_2 = 3\text{ мкФ}$ . Найдите величину заряда конденсатора  $C_1$ .

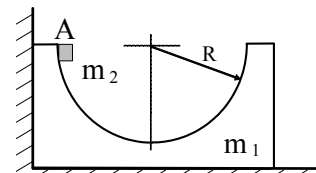
Найдите величину заряда конденсатора  $C_1$ .

**ЗАДАЧА 8.** Удаленный от других тел серебряный шарик освещается электромагнитным излучением. Определите длину волны  $\lambda$  этого излучения, если известно, что максимальный потенциал, до которого зарядился шарик  $\phi = 6,07\text{ В}$ . Работа выхода для серебра  $A = 4,28\text{ эВ}$ .



**ЗАДАЧА 9.** По двум гладким медным шинам, установленным под углом  $\alpha$  к горизонту, скользит под действием силы тяжести медная перемычка. Скорость перемычки постоянна и равна  $v$ . Шины замкнуты на сопротивление  $R$ . Расстояние между шинами  $L$ . Система находится в

однородном магнитном поле с индукцией  $B$ , перпендикулярном к плоскости, в которой перемещается перемычка. Сопротивления шин, перемычки и скользящих контактов, а также самоиндукция контура пренебрежимо малы. Найдите массу перемычки.



**ЗАДАЧА 10.** На гладкой горизонтальной поверхности около стенки стоит симметричный брусок массы  $m_1 = 5\text{ кг}$  с углублением полусферической формы радиуса  $R = 0,3\text{ м}$ . Из точки  $A$  без трения соскальзывает маленькая шайба массы  $m_2 = 1\text{ кг}$ . Найдите максимальную скорость бруска при его последующем движении. При вычислениях принять ускорение свободного падения  $g = 10\text{ м/с}^2$ .

**Второй (заключительный) этап академического соревнования**

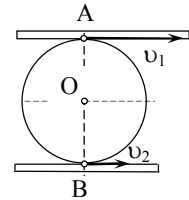
**Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»**

**Весна, 2016 г.**

**Вариант № 20.**

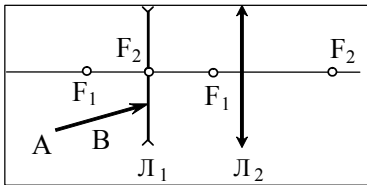
**ЗАДАЧА 1.**

Две параллельные рейки движутся со скоростями  $v_1 = 6 \text{ м/с}$  и  $v_2 = 4 \text{ м/с}$  относительно земли. Между рейками зажат диск, катящийся по рейкам без скольжения. Найдите скорость центра  $O$  диска относительно земли.



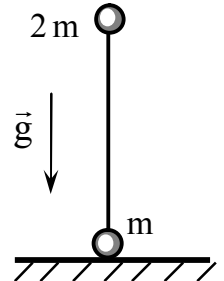
**ЗАДАЧА 2.**

Оптическая система состоит из рассеивающей  $L_1$  и собирающей  $L_2$  линз с общей главной оптической осью. Главные фокусы рассеивающей линзы обозначены  $F_1$ , а собирающей линзы –  $F_2$ . Постройте дальнейший ход луча  $AB$  через оптическую систему.



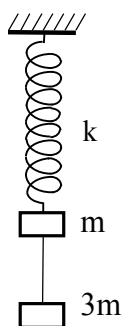
**ЗАДАЧА 3.**

На гладкую горизонтальную поверхность поставили вертикально гантельку длины  $\ell$ , состоящую из невесомого жесткого стержня с двумя маленькими шариками на концах, массы которых  $2m$  и  $m$ . Гантельку отпускают без начальной скорости, и она начинает падать. Найдите скорость, с которой верхний шарик коснется горизонтальной поверхности, и величину перемещения нижнего шарика к этому моменту времени. Силами трения пренебречь.



**ЗАДАЧА 4.**

К пружине жёсткости  $k$  подвешены два груза, соединённых невесомой нитью, массы которых  $m$  и  $3m$ . Найдите, на какую максимальную величину  $\Delta \ell$  поднимется верхний груз относительно первоначального положения после пережигания нити.

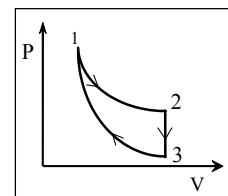


**ЗАДАЧА 5.** Теплоизолированный баллон разделён теплоизолирующей перегородкой с клапаном на две части. При закрытом клапане в одной части баллона объёма  $V_1 = 1 \text{ л}$  находится гелий при давлении  $p_1 = 8 \cdot 10^5$  и температуре  $T_1 = 300 \text{ К}$ , а в другой части баллона объёма  $V_2 = 2 \text{ л}$

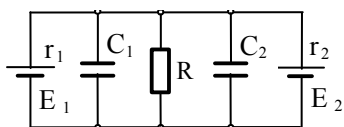
находится неон при давлении  $p_2 = 4 \cdot 10^5$  и температуре  $T_2 = 600\text{К}$ . Найдите температуру газа, которая установится в баллоне после открытия клапана.

### ЗАДАЧА 6.

Цикл тепловой машины, рабочим телом которой является один моль идеального одноатомного газа, состоит из изотермы 1-2, изохоры 2-3 и адиабаты 3-1. КПД машины  $\eta = 0,17$ , а разность максимальной и минимальной температур газа в цикле  $\Delta T = 600\text{ К}$ . Найдите работу, совершенную газом в изотермическом процессе.



### ЗАДАЧА 7



В электрической цепи, схема которой показана на рисунке, ЭДС источников тока  $E_1 = 6\text{ В}$ ,  $E_2 = 5\text{ В}$ , внутренние сопротивления  $r_1 = 1\text{ Ом}$ ,  $r_2 = 2\text{ Ом}$ . Сопротивление  $R = 10\text{ Ом}$ , ёмкость конденсатора

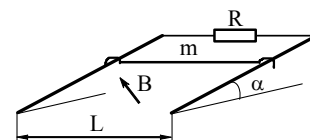
$C_1 = 1\text{ мкФ}$ ,  $C_2 = 3\text{ мкФ}$ . Найдите величину заряда конденсатора  $C_1$ .

### ЗАДАЧА 8.

Удаленный от других тел вольфрамовый шарик освещается электромагнитным излучением. Определите длину волны  $\lambda$  этого излучения, если известно, что максимальный потенциал, до которого зарядился шарик,  $\phi = 7,92\text{ В}$ . Работа выхода для вольфрама  $A = 4,5\text{ эВ}$ .

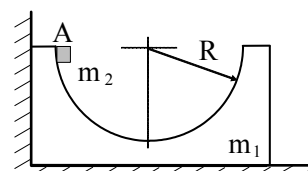
### ЗАДАЧА 9.

По двум гладким медным шинам, установленным под углом  $\alpha$  к горизонту, скользит под действием силы тяжести с постоянной скоростью медная перемычка массы  $m$ . Шины замкнуты на сопротивление  $R$ . Расстояние между шинами  $L$ . Система находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B$ , перпендикулярном к плоскости, в которой перемещается перемычка. Сопротивления шин, перемычки и скользящих контактов, а также самоиндукция контура пренебрежимо малы. Найдите скорость перемычки.



### ЗАДАЧА 10.

На гладкой горизонтальной поверхности около стенки стоит симметричный брусок массы  $m_1 = 3\text{ кг}$  с углублением полусферической формы радиуса  $R = 0,1\text{ м}$ . Из точки  $A$  без трения соскальзывает маленькая шайба массы  $m_2 = 1\text{ кг}$ . Найдите максимальную скорость бруска при его последующем движении. При вычислениях принять ускорение свободного падения  $g = 10\text{ м/с}^2$ .



## Второй (заключительный) этап академического соревнования

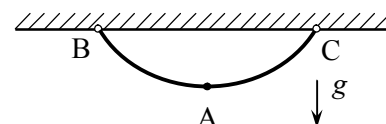
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 21.

### ЗАДАЧА 1.

Гибкий трос массы  $m$  подвешен за концы к горизонтальному потолку так, что расстояние между точками подвеса меньше длины троса. Натяжение троса в точках подвеса В и С равно  $T_0$ .



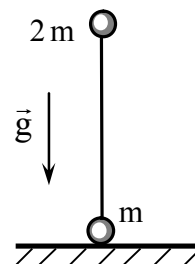
Определите натяжение троса в нижней точке А.

**ЗАДАЧА 2.** Циклическая частота свободных малых колебаний материальной точки равна  $\omega$ .

Найдите наименьшее время, через которое её кинетическая энергия уменьшится вдвое по сравнению с её наибольшим значением.

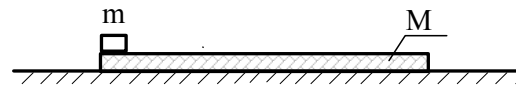
### ЗАДАЧА 3.

На гладкую горизонтальную поверхность поставили вертикально гантельку длины  $\ell$ , состоящую из невесомого жесткого стержня с двумя маленькими шариками на концах, массы которых  $2m$  и  $m$ . Гантельку отпускают без начальной скорости, и она начинает падать. Найдите скорость, с которой верхний шарик коснется горизонтальной поверхности, и величину перемещения нижнего шарика к этому моменту времени. Силами трения пренебречь.



### ЗАДАЧА 4.

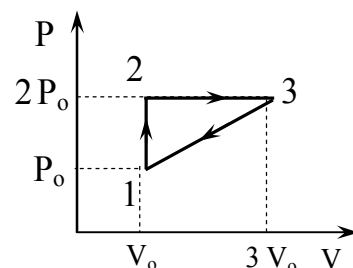
На гладкой горизонтальной плоскости лежит доска массы  $M = 4$  кг, у левого края которой находится небольшая шайба массы  $m = 1$  кг. Шайбе толчком сообщают скорость, направленную вдоль доски. Вследствие трения между шайбой и доской шайба тормозится и, начиная с некоторого момента, движется вместе с доской как единое целое. Найдите скорость  $v$ , которую сообщили шайбе, если путь пройденный шайбой по доске до остановки  $S = 4$  м.



Коэффициент трения между шайбой и доской равен  $\mu = \mu_0 \cdot x$ , где  $\mu_0 = 0,2 \frac{1}{m}$ , а  $x$  – расстояние шайбы от левого края доски.

### ЗАДАЧА 5.

Абсолютная влажность воздуха при температуре  $t_1 = 60^\circ \text{C}$  равна  $\rho_1 = 0,05 \text{ кг/м}^3$ . Найдите абсолютную влажность  $\rho_2$  при



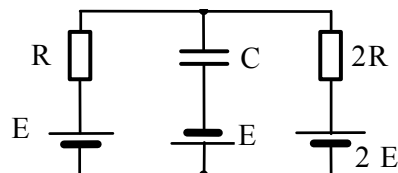
понижении температуры до  $t_2 = 10^\circ \text{C}$ . Давление насыщенных паров при температуре  $t_2$  равно  $p_2 = 1226 \text{ Па}$ .

### ЗАДАЧА 6.

На  $P - V$  диаграмме изображен цикл 1–2–3–1, проводимый с одноатомным идеальным газом. Определите отношение количества теплоты  $Q_{12}$ , полученной газом в процессе 1–2, к  $Q_{23}$ , полученной газом в процессе 2–3.

### ЗАДАЧА 7

Определите заряд на конденсаторе  $C$ . Параметры элементов схемы, указанные на рисунке, считать известными. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

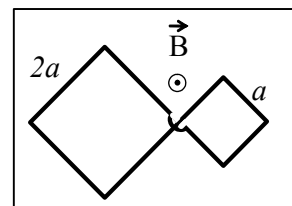


### ЗАДАЧА 8.

На находящуюся в воздухе стеклянную пластинку, показатель преломления которой  $n = 1,5$ , падает луч света. Найдите угол падения луча, если угол между отражённым и преломлённым лучами равен  $90^\circ$ .

### ЗАДАЧА 9.

Из проволоки, общим сопротивлением  $R$ , сделан плоский замкнутый контур, состоящий из двух квадратов со сторонами  $a$  и  $2a$ . Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B$ , направленной перпендикулярно плоскости контура. Найдите заряд, который протечёт через поперечное сечение провода при равномерном уменьшении индукции поля до нуля. Между пересекающимися на рисунке проводами электрический контакт отсутствует.



### ЗАДАЧА 10.

Энергия атома водорода в основном состоянии равна  $E_1 = -13,53 \text{ эВ}$ . Найдите длину волны излучения, поглощённого электроном при переходе его со второго энергетического уровня на четвёртый.



## Второй (заключительный) этап академического соревнования

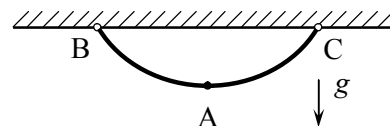
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 22.

### ЗАДАЧА 1.

Гибкий трос подвешен за концы к горизонтальному потолку так, что расстояние между точками подвеса меньше длины троса. Натяжение троса в нижней точке А равно  $T$ , а в точках подвеса В и С равно  $T_0$ .



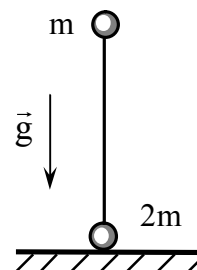
Определите массу троса.

### ЗАДАЧА 2.

Циклическая частота свободных малых колебаний материальной точки равна  $\omega$ . Найдите наименьшее время, через которое её импульс уменьшится вдвое по сравнению с максимальным значением.

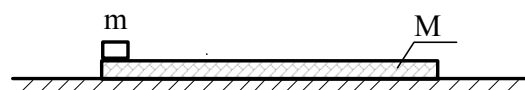
### ЗАДАЧА 3.

На гладкую горизонтальную поверхность поставили вертикально гантельку длины  $\ell$ , состоящую из невесомого жесткого стержня с двумя маленькими шариками на концах, массы которых  $m$  и  $2m$ . Гантельку отпускают без начальной скорости, и она начинает падать. Найдите скорость, с которой верхний шарик коснется горизонтальной поверхности, и величину перемещения нижнего шарика к этому моменту времени. Силами трения пренебречь.



### ЗАДАЧА 4.

На гладкой горизонтальной плоскости лежит доска массы  $M = 4$  кг, у левого края которой находится небольшая шайба массы  $m = 1$  кг. Шайбе толчком сообщают скорость, направленную вдоль доски. Вследствие трения между шайбой и доской шайба тормозится и, начиная с некоторого момента, движется вместе с доской как единое целое. Найдите скорость  $v$ , которую сообщили шайбе, если путь пройденный шайбой по доске до остановки  $S = 2$  м. Коэффициент трения между шайбой и доской равен

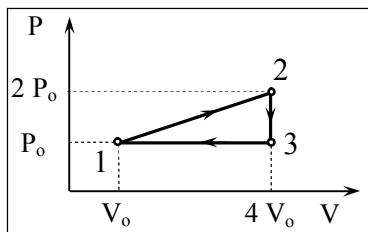


$\mu = \mu_0 \cdot x$ , где  $\mu_0 = 0,2 \frac{1}{m}$ , а  $x$  – расстояние шайбы от левого края доски.

### ЗАДАЧА 5.

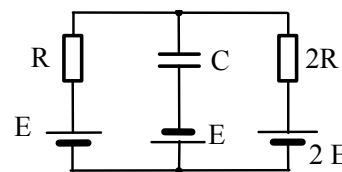
Абсолютная влажность при температуре  $t_1 = 60^\circ \text{C}$  равна  $\rho_1 = 0,005 \text{ кг/м}^3$ . Определите абсолютную влажность  $\rho_2$  после понижения температуры до  $t_2 = 20^\circ \text{C}$ . Давление насыщенных паров при температуре  $t_2$  равно  $p_2 = 2335 \text{ Па}$ .

### ЗАДАЧА 6.



На  $P - V$  диаграмме изображен цикл 1–2–3–1, проводимый с одноатомным идеальным газом. Определите отношение количества теплоты  $Q_{23}$ , отданной газом в процессе 2-3, к  $Q_{31}$ , отданной газом в процессе 3–1.

**ЗАДАЧА 7.** Определите энергию электрического поля в конденсаторе  $C$ . Параметры элементов схемы, указанные на рисунке, считать известными. Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

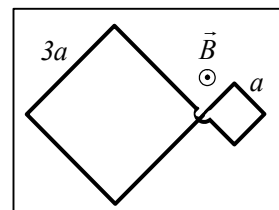


### ЗАДАЧА 8.

Найдите предельный угол полного отражения света на границе раздела стекла и воды. Абсолютный показатель преломления стекла  $n_1 = 1,5$ , а воды  $n_2 = 1,33$ .

### ЗАДАЧА 9.

Из проволоки, общим сопротивлением  $R$ , сделан плоский замкнутый контур, состоящий из двух квадратов со сторонами  $a$  и  $3a$ . Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B$ , направленной перпендикулярно плоскости контура. Найдите заряд, который протечёт через поперечное сечение провода при равномерном уменьшении индукции поля до нуля. Между пересекающимися на рисунке проводами электрический контакт отсутствует.



### ЗАДАЧА 10.

Энергия атома водорода в основном состоянии равна  $E_1 = -13,53 \text{ эВ}$ . Найдите длину волны излучения, поглощённого электроном при переходе его со второго энергетического уровня на третий.

**Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования**

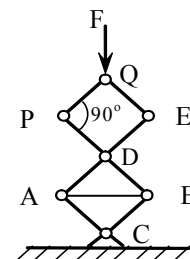
**Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»**

**Весна, 2016 г.**

**Вариант № 23**

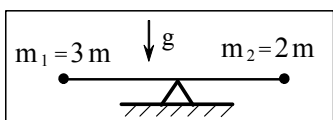
**ЗАДАЧА 1.**

С какой силой  $T$  натянут трос  $AB$ , если на систему шарнирно скрепленных стержней действует вертикально направленная сила  $F$ . Сплошные стержни  $AE$  и  $BP$  шарнирно соединены посередине так, что  $AC=CB=AD=DE=DB=DP=PQ=EQ$ . Массой стержней и троса пренебречь.



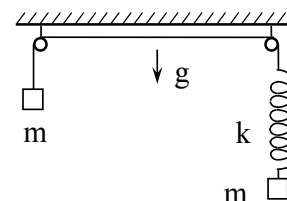
**ЗАДАЧА 2.**

Стержень с закрепленными на концах маленькими грузами массы  $m_1 = 3m$  и  $m_2 = 2m$  опирается серединой на неподвижную подставку. В начальный момент стержень удерживают горизонтально, а затем отпускают. Найдите силу давления стержня на подставку сразу после того, как его отпустили. Массой стержня и силами трения пренебречь.



**ЗАДАЧА 3.**

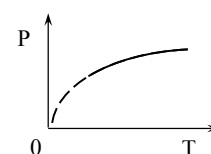
В системе, изображённой на рисунке, массы грузов равны  $m$ , жёсткость пружины равна  $k$ . Пружина и нить невесомые. Трение отсутствует. В начальный момент грузы неподвижны, и система находится в равновесии. Затем, удерживая левый груз, смещают правый груз вниз на расстояние  $a$ , после чего их отпускают без начальной скорости. Найдите величину максимального импульса левого груза в процессе дальнейшего движения грузов считая, что нити всё время остаются натянутыми, а грузы не ударяются об остальные тела системы.



**ЗАДАЧА 4.**

Идеальный газ постоянной массы сжимается в процессе, для которого выполняется условие  $P \cdot V^n = const$ . При каких значениях показателя степени  $n$  температура газа в этом процессе повышается?

**ЗАДАЧА 5.** Один моль идеального одноатомного газа участвует в процессе, для которого давление газа пропорционально корню квадратному из его абсолютной температуры.  $P \approx \sqrt{T}$ . Определите молярную теплоёмкость газа в этом процессе.

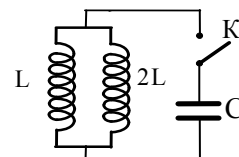


### ЗАДАЧА 6.

Капля ртути массы  $m = 1$  г помещена между двумя параллельными горизонтальными стеклянными пластинками. Какую силу надо приложить к верхней пластинке, чтобы ртуть имела форму круглой лепешки радиуса  $R = 5$  см? Коэффициент поверхностного натяжения ртути  $\sigma = 0,465$  Н/м. Считать, что ртуть совершенно не смачивает стекло, так что угол между свободной поверхностью ртути и стеклянной пластинкой равен нулю.

### ЗАДАЧА 7.

Заряженный конденсатор ёмкости  $C$  через ключ  $K$  подключен к двум параллельным соединенным катушкам с индуктивностями  $L$  и  $2L$ . В начальный момент времени ключ разомкнут. Если замкнуть ключ  $K$ , то через катушки потекут токи. Максимальный ток, протекающий через катушку  $L$ , оказался равным  $I_1$ . Найдите первоначальный заряд  $q$  на конденсаторе. Сопротивления катушек пренебречь.



### ЗАДАЧА 8.

Тонкое проволочное кольцо радиуса  $R$  несёт электрический заряд  $q$ . В центре кольца расположен одноимённый с  $q$  заряд  $Q$ , причём  $Q \gg q$ . Определите силу упругости  $T$ , возникающую в кольце.

### ЗАДАЧА 9.

Имеется нелинейный элемент, в котором ток  $I$  связан с приложенным напряжением  $U$  соотношением  $I = \alpha \cdot U^2$ , где коэффициент  $\alpha = 0,01 \cdot (A \cdot B^{-2})$ . Этот элемент последовательно с резистором, сопротивление которого  $R = 100$  Ом, подключен к батарее с ЭДС  $E = 15,75$  В. Найдите тепловую мощность, выделяющуюся на нелинейном элементе. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.

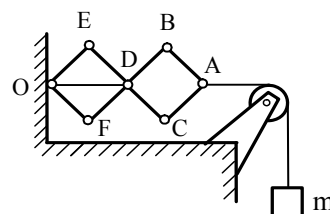
### ЗАДАЧА 10.

Фокусное расстояние тонкой плосковыпуклой линзы равно  $F$ . На плоскую поверхность этой линзы нанесли абсолютно отражающее покрытие и направили на выпуклую поверхность узкий пучок импульсного лазерного излучения с энергией  $E = 4$  Дж и длительностью импульса  $\tau = 10^{-4}$  с. Падающий пучок распространяется параллельно главной оптической оси линзы на расстоянии  $h = F/2$  от оси. Найдите величину средней силы, действующей на линзу со стороны света, если половина энергии лазерного излучения поглощается в линзе. Отражением от поверхности линзы без покрытия пренебречь.

**Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования**  
**Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»**  
**Весна, 2016 г.**  
**Вариант № 24**

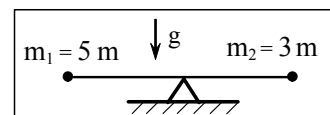
**ЗАДАЧА 1.**

Конструкция, состоящая из стержней, соединенных шарнирами, прикреплена к стене в точке  $O$  и растягивается с помощью груза массы  $m$  и нити, соединенной с шарниром  $A$ . Сплошные стержни  $BF$  и  $CE$  шарнирно соединены в точке  $D$ , так что  $AB = AC = CD = DE = BD = DF = OF = OE$ . Определите силу  $T$  натяжения нити, соединяющей шарниры  $O$  и  $D$ . Массой стержней и нити, а также трением в блоке пренебrecь.



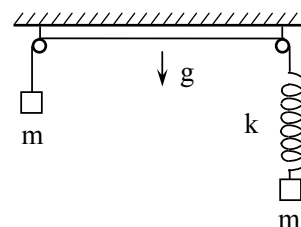
**ЗАДАЧА 2.**

Легкий стержень с закрепленными на концах маленькими грузами массы  $m_1 = 5m$  и  $m_2 = 3m$  опирается серединой на неподвижную подставку. В начальный момент стержень удерживают горизонтально, а затем отпускают. Найдите силу давления стержня на подставку сразу после того, как его отпустили.



**ЗАДАЧА 3.**

В системе, изображённой на рисунке, массы грузов равны  $m$ , жёсткость пружины равна  $k$ . Массой пружины, нити, а также силами трения пренебrecь. В начальный момент грузы неподвижны, и система находится в равновесии. Затем, удерживая левый груз, смещают правый груз вниз на расстояние  $a$ , после чего их отпускают без начальной скорости. Найдите максимальную кинетическую энергию правого груза в процессе дальнейшего движения грузов считая, что нити всё время остаются натянутыми, а грузы не ударяются об остальные тела системы.

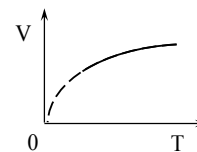


**ЗАДАЧА 4.**

Идеальный газ постоянной массы расширяется в процессе, для которого выполнено условие  $P \cdot V^n = \text{const}$ . При каких значениях показателя степени  $n$  температура газа в этом процессе понижается?

### ЗАДАЧА 5.

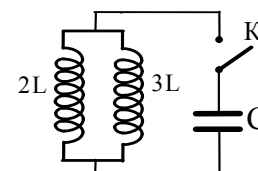
Один моль идеального одноатомного газа участвует в процессе, для которого объём газа пропорционален корню квадратному из его абсолютной температуры  $V \approx \sqrt{T}$ . Определите молярную теплоёмкость газа в этом процессе.



### ЗАДАЧА 6.

Капля воды массы  $m = 0,01$  г введена между двумя параллельными стеклянными пластинками, полностью смачиваемыми водой.

Определите, чему равна сила притяжения между пластинками, если они находятся на расстоянии  $d = 10^{-4}$  см друг от друга? Коэффициент поверхностного натяжения воды  $\sigma = 0,073$  Н / м.



### ЗАДАЧА 7.

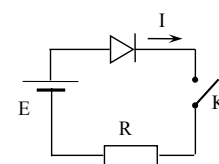
Заряженный конденсатор ёмкости  $C$  через ключ  $K$  подключен к двум параллельным соединенным катушкам с индуктивностями  $2L$  и  $3L$ . В начальный момент времени ключ разомкнут. Если замкнуть ключ  $K$ , то через катушки потекут токи. Максимальный ток, протекающий через катушку  $2L$ , оказался равным  $I_1$ . Найдите первоначальный заряд  $q$  на конденсаторе. Сопротивления катушек пренебречь.

### ЗАДАЧА 8.

Сферическая оболочка радиуса  $R$  заряжена равномерно зарядом  $Q$ . Найдите растягивающую силу, приходящуюся на единицу площади оболочки.

### ЗАДАЧА 9.

При положительном напряжении  $U$  на диоде в схеме, изображённой на рисунке, проходящий через него ток выражается как  $I = \alpha U^2$ , где коэффициент  $\alpha = 0,5 \cdot (A \cdot B^{-2})$ , а при отрицательном напряжении ток  $I = 0$ . Сопротивление  $R = 1$  Ом, ЭДС батареи  $E = 10$  В. Найдите тепловую мощность, выделяющуюся на диоде. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



### ЗАДАЧА 10.

Фокусное расстояние тонкой плосковыпуклой линзы равно  $F$ . На плоскую поверхность этой линзы нанесли абсолютно отражающее покрытие и направили на выпуклую поверхность узкий пучок импульсного лазерного излучения с энергией  $E = 2$  Дж и длительностью импульса  $\tau = 10^{-4}$  с. Падающий пучок распространяется параллельно главной оптической оси линзы на расстоянии  $h = F/2$  от оси. Найдите величину средней силы, действующей на линзу со

стороны света, если половина энергии лазерного излучения поглощается в линзе. Отражением от поверхности линзы без покрытия пренебречь.