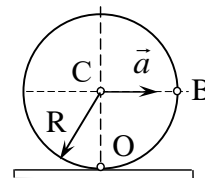


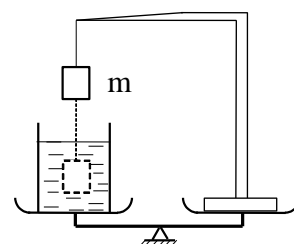
**Первый (отборочный) этап академического соревнования  
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету  
«Физика», осень 2016 г.**

**Вариант № 1**

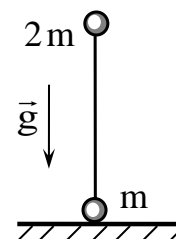
1. Диск катится без проскальзывания по горизонтальной плоскости так, что его центр  $C$  движется с постоянным ускорением  $a = 2,5 \text{ см/с}^2$ . Через время  $t = 2 \text{ с}$  после начала движения его положение соответствует рисунку. Найдите модуль скорости точки  $B$  диска относительно горизонтальной плоскости.



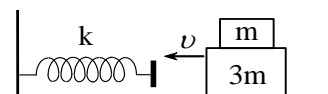
2. На одной чаше весов стоит сосуд с водой, а на другой – штатив, на котором подвешен металлический груз объёмом  $V = 1 \text{ дм}^3$ . Чаши весов уравновешены. Нить, на которой подвешен груз, удлиняют так, что подвешенный на ней груз оказался целиком погруженным в воду. Равновесие весов при этом нарушится. На какую чашу весов и какой массы груз нужно положить, чтобы восстановить равновесие весов? Массой нити пренебречь. Плотность воды  $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ .



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 коснётся горизонтальной поверхности, и величину перемещения нижнего шарика к этому моменту времени. Силами трения пренебречь

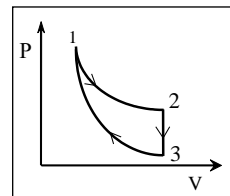


4. Два бруска движутся со скоростью  $v$  по горизонтальной гладкой поверхности и налетают на упор, соединённый с вертикальной стенкой пружиной жёсткости  $k$ . Определите минимальное значение коэффициента трения между брусками, при котором верхний брусок не будет проскальзывать относительно нижнего в процессе сжатия пружины. Масса нижнего бруска  $3m$ , верхнего –  $m$ . Массами упора и пружины пренебречь.

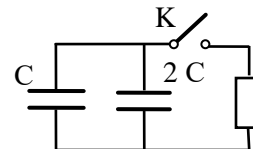


5. Теплоизолированный баллон разделён теплоизолирующей перегородкой с клапаном на две части. При закрытом клапане в одной части баллона объёма  $V_1 = 1 \text{ л}$  находится гелий при давлении  $p_1 = 8 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $T_1 = 300 \text{ К}$ , а в другой части баллона объёма  $V_2 = 2 \text{ л}$  находится неон при давлении  $p_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $T_2 = 600 \text{ К}$ . Найдите температуру газа, которая установится в баллоне после открытия клапана.

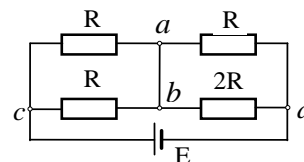
6. Рабочим телом тепловой машины является один моль одноатомного идеального газа. Цикл машины состоит из изотермы 1-2, изохоры 2-3 и адиабаты 3-1, КПД цикла  $\eta = 0,26$ , а разность максимальной и минимальной температур газа в цикле равна  $\Delta T = 600\text{K}$ . Найдите количество теплоты  $Q$ , подводимое к машине за один цикл.



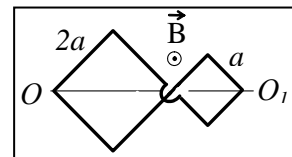
7. В электрической схеме, показанной на рисунке, ёмкости плоских конденсаторов равны  $C$  и  $2C$ . Расстояние между обкладками конденсатора  $2C$  равно  $d$ , а максимальная сила притяжения между его обкладками равна  $F$ . Определите количество теплоты  $Q$ , выделившееся на сопротивлении после замыкания ключа  $K$ .



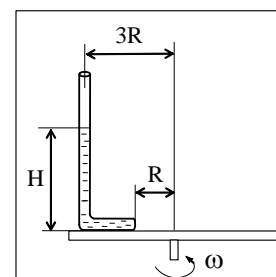
8. Найдите ток через переключку  $ab$  в схеме, представленной на рисунке. Сопротивлениями переключки, проводящих проводов и внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



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 повороте контура вокруг оси симметрии  $OO_1$  на  $180^\circ$ . Между пересекающимися на рисунке проводами электрический контакт отсутствует



10. Тонкая запаянная с одного конца трубка заполнена ртутью и закреплена на горизонтальной платформе, вращающейся с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси так, что ртуть не выливается и заполняет полностью горизонтальное колено трубки. Открытое колено трубки вертикально. Геометрические размеры установки указаны на рисунке. Атмосферное давление  $P_0$ , плотность ртути  $\rho$ . Найдите давление ртути у запаянного конца трубки. Силами поверхностного натяжения пренебречь.

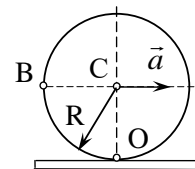


**Первый (отборочный) этап академического соревнования  
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету  
«Физика», осень 2016 г.**

**Вариант № 2**

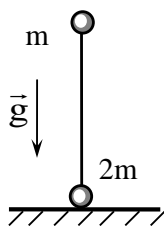
**ЗАДАЧА 1.**

Диск катится без проскальзывания по горизонтальной плоскости так, что его центр  $C$  движется с постоянным ускорением  $a = 2,5 \text{ см/с}^2$ . Через время  $t = 2 \text{ с}$  после начала движения его положение соответствует рисунку. Найдите модуль скорости точки  $B$  диска относительно горизонтальной плоскости.

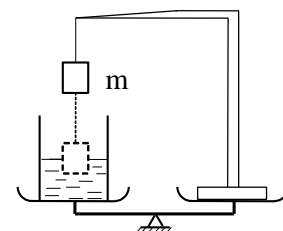


**ЗАДАЧА 2.**

На одной чаше весов стоит сосуд с водой, а на другой – штатив, на котором подвешен металлический груз объёмом  $V = 1 \text{ дм}^3$ . Чашы весов уравновешены. Нить, на которой подвешен груз, удлиняют так, что



подвешенный на ней груз оказался наполовину погруженным в воду. Равновесие весов при этом нарушится. На какую чашу весов и какой массы нужно положить гирьку, чтобы восстановить равновесие? Массой нити пренебречь.



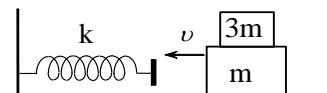
Плотность воды  $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

**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 коснётся горизонтальной поверхности, и величину перемещения нижнего шарика к этому моменту времени. Силами трения пренебречь.

**ЗАДАЧА 4.**

Два бруска движутся со скоростью  $v$  по горизонтальной гладкой поверхности и налетают на упор, соединённый с вертикальной стенкой пружиной жёсткости  $k$ . Масса нижнего бруска  $m$ , верхнего –  $3m$ . Определите минимальное значение коэффициента трения  $\mu$  между брусками, при котором верхний брусок не будет проскальзывать относительно нижнего в процессе сжатия пружины. Массами упора и пружины пренебречь.

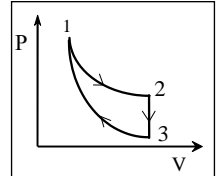


### ЗАДАЧА 5.

Теплоизолированный баллон разделён теплоизолирующей перегородкой с клапаном на две части. При закрытом клапане в одной части баллона объёма  $V_1=1$  л находится аргон при давлении  $p_1=4\cdot 10^5$  и температуре  $T_1=600\text{К}$ , а в другой части баллона объёма  $V_2=2$  л находится гелий при давлении  $p_2=8\cdot 10^5$  и температуре  $T_2=300\text{К}$ . Найдите температуру газа, которая установится в баллоне после открытия клапана.

### ЗАДАЧА 6.

Цикл тепловой машины, рабочим телом которой являются два моля идеального одноатомного газа, состоит из изотермы 1-2, изохоры 2-3 и адиабаты 3-1. КПД машины

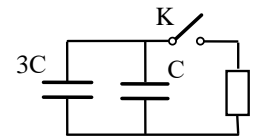


$\eta = 0,17$ , а разность максимальной и минимальной температур газа в

цикле  $\Delta T = 300\text{ К}$ . Найдите работу, совершённую газом в изотермическом процессе.

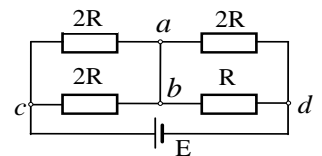
### ЗАДАЧА 7.

В электрической схеме, показанной на рисунке, ёмкости плоских конденсаторов равны  $C$  и  $3C$ . Расстояние между обкладками конденсатора  $3C$  равно  $d$ , а максимальная сила притяжения между его обкладками равна  $F$ . Определите количество теплоты  $Q$ , выделившееся на сопротивлении после замыкания ключа  $K$ .



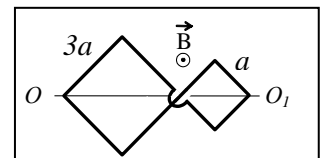
### ЗАДАЧА 8.

Найдите ток через перемычку  $ab$  в схеме, представленной на рисунке. Сопротивления перемычки, проводящих проводов и внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



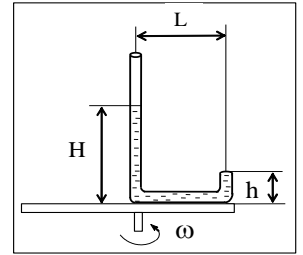
### ЗАДАЧА 9.

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 повороте контура вокруг оси симметрии  $OO_1$  на  $180^\circ$ . Между пересекающимися на рисунке проводами электрический контакт отсутствует.



### ЗАДАЧА 10.

Тонкая, запаянная с одного конца трубка заполнена водой и закреплена на горизонтальной платформе, вращающейся с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси. Открытое и запаянное колена трубки вертикальны. Геометрические размеры установки указаны на рисунке. Атмосферное давление  $P_0$ , плотность воды  $\rho$ . Найдите давление воды у запаянного конца трубки. Силами поверхностного натяжения пренебречь.

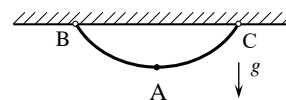


**Первый (отборочный) этап академического соревнования  
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету  
«Физика», осень 2016 г.**

**Вариант № 5**

**Задача 1.**

Под каким углом  $\alpha$  к горизонту следует бросить камень со скоростью  $v = 14$  м/с, чтобы дальность его полёта  $L$  была равна 10 м? Сопротивление воздуха не учитывать.

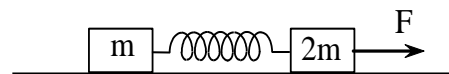


**Задача 2.**

Гибкий однородный трос подвешен за концы к горизонтальному потолку так, что расстояние между точками подвеса меньше длины троса. Натяжение троса в нижней точке A равно  $T$ , а в точках подвеса B и равно  $T_0$ . Найдите массу троса.

**Задача 3.**

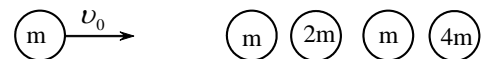
На горизонтальной плоскости лежат два бруска массы  $m$  и  $2m$ , соединенные ненапряженной пружиной.



Какую наименьшую постоянную силу  $F$ , направленную горизонтально, нужно приложить к бруску массы  $2m$ , чтобы сдвинулся и второй брусок? Коэффициент трения брусков о плоскость равен  $\mu$ .

**Задача 4.**

На гладкой горизонтальной поверхности вдоль одной прямой на некотором расстоянии друг от друга расположены



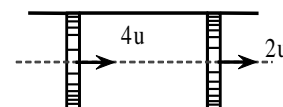
четыре равных по объему шарика, имеющих массы  $m$ ,  $2m$ ,  $m$ ,  $4m$ . По этой же прямой движется шарик такого же объема массы  $m$ , имеющий скорость  $v_0$ , и ударяется в крайний шарик. Считая соударения шариков абсолютно неупругими, найдите количество теплоты, выделившейся после прекращения соударений шариков.

**Задача 5.**

Цикл тепловой машины, рабочим телом которой является одноатомный идеальный газ, состоит из двух изобар и двух адиабат. Работа газа при изобарическом расширении равна  $A_1$ , работа, затраченная на изобарическое сжатие равна  $A_2 = 0,75 A_1$ . Определите КПД цикла.

**Задача 6.**

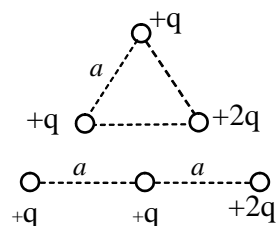
В длинной трубе между двумя поршнями массы  $M$  каждый находится два моля идеального одноатомного газа при температуре  $T_0$ . Масса газа много меньше массы поршней. В остальном пространстве трубы - вакуум. В начальный момент левый поршень имеет скорость  $4u$ , а правый -  $2u$ .



Определите максимальную температуру газа при дальнейшем движении поршней. Система теплоизолирована, теплоемкостями поршней и трубы, а также трением пренебречь.

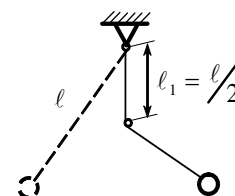
### Задача 7.

Три положительных точечных заряда  $+q$ ,  $+q$  и  $+2q$  расположены в вершинах правильного треугольника со стороной  $a$ . Найдите работу сил электрического поля, которую они совершат, если заряды расположить вдоль прямой, как показано на рисунке.



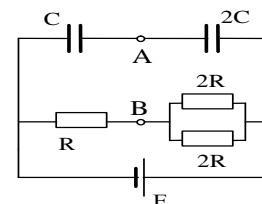
### Задача 8.

Математический маятник длины  $\ell$  совершает малые колебания вблизи вертикальной стенки. Под точкой подвеса маятника на расстоянии  $\ell_1 = \ell/2$  от неё в стенку забили гвоздь. Найдите период  $T$  колебаний маятника.



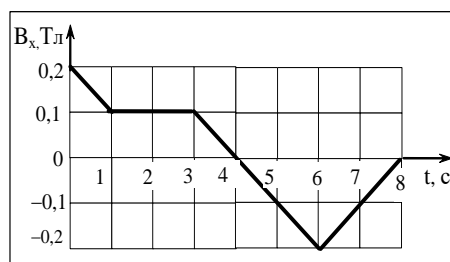
### Задача 9.

Найдите разность потенциалов между точками А и В в схеме, изображенной на рисунке. Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.



### Задача 10.

Тонкое проволочное кольцо площади  $S = 100$  см<sup>2</sup> имеющее сопротивление  $R = 0,01$  Ом, помещено в однородное магнитное поле. Изменение проекции вектора магнитной индукции этого поля ( $B_x$ ) на ось  $x$ , перпендикулярную плоскости кольца, от времени представлено на графике. Какое количество теплоты выделится в кольце за интервал времени от  $t = 0$  до  $t = 8$ с? Индуктивностью кольца пренебречь.

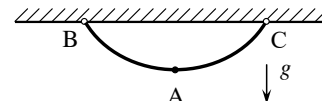


**Первый (отборочный) этап академического соревнования  
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету  
«Физика», осень 2016 г.**

**Вариант № 8**

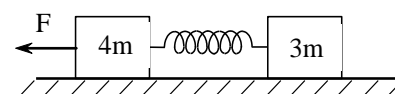
**ЗАДАЧА 1.**

Под каким углом  $\alpha$  к горизонту следует бросить камень со скоростью  $v = 20$  м/с, чтобы дальность его полёта  $L$  была равна 20 м? Сопротивление воздуха не учитывать. Принять ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



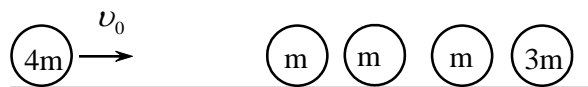
**ЗАДАЧА 2.**

Гибкий однородный трос массы  $m$  подвешен за концы к горизонтальному потолку так, что расстояние между точками подвеса меньше длины троса. Натяжение троса в нижней точке A равно  $T$ . Определите во сколько раз натяжение троса  $T_0$  в точках подвеса B и C больше натяжения троса  $T$  в нижней точке A.



**ЗАДАЧА 3.**

На горизонтальной плоскости лежат два бруска массы  $3m$  и  $4m$ , соединенные ненапряженной пружиной. Какую наименьшую



постоянную силу, направленную горизонтально, нужно приложить к бруску массы  $4m$ , чтобы сдвинулся и второй брусок? Коэффициент трения брусков о плоскость равен  $\mu$ .

**ЗАДАЧА 4.**

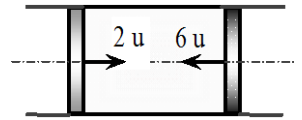
На гладкой горизонтальной поверхности вдоль одной прямой на некотором расстоянии друг от друга расположены четыре равных по объему шарика, имеющих массы  $m$ ,  $m$ ,  $m$ ,  $3m$ . По этой же прямой движется шарик такого же объема массы  $4m$ , имеющий скорость  $v_0$ , и ударяется в крайний шарик. Считая соударения шариков абсолютно неупругими, найдите количество теплоты, выделившейся после прекращения соударений шариков.

**ЗАДАЧА 5.** Цикл тепловой машины, рабочим телом которой является одноатомный идеальный газ, состоит из двух изобар и двух адиабат. КПД цикла  $\eta = 0,2$ . Работа, совершаемая газом в изобарическом расширении газа равна  $A$ . Определите количество теплоты, отдаваемое газом холодильнику за один цикл.

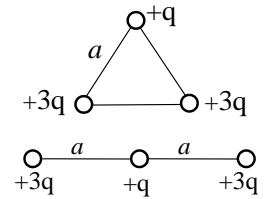


### ЗАДАЧА 6.

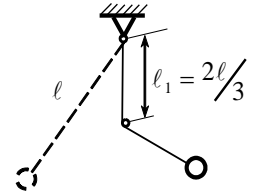
В длинной трубе между двумя поршнями массы  $M$  каждый находится моль идеального одноатомного газа при температуре  $T_0$ . Масса газа много меньше массы поршней. В остальном пространстве трубы - вакуум. В начальный момент левый поршень имеет скорость  $2u$ , а правый -  $6u$ . Определите максимальную температуру газа при дальнейшем движении поршней. Система теплоизолирована, теплоёмкостями поршней и трубы, а также трением пренебречь.



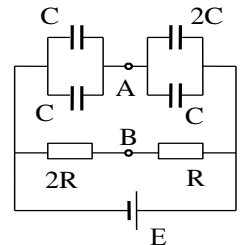
**ЗАДАЧА 7.** Три положительных точечных заряда  $+3q$ ,  $+q$  и  $+3q$ , связанных между собой нитями, расположены в вершинах правильного треугольника со стороной  $a$ . После разрыва одной из нитей заряды расположились вдоль одной прямой, как показано на рисунке. Найдите работу сил электрического поля, необходимую для перестройки системы расположения зарядов.



**ЗАДАЧА 8.** Математический маятник длины  $\ell$  совершает малые колебания вблизи вертикальной стенки. Под точкой подвеса маятника, на расстоянии  $\ell_1 = 2\ell/3$  от неё, в стенку забили гвоздь. Найдите период  $T$  колебаний маятника



**ЗАДАЧА 9.** Найдите разность потенциалов между точками А и В в схеме, изображенной на рисунке. Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.



**ЗАДАЧА 10.** Тонкое проволочное кольцо площади  $S = 100 \text{ см}^2$ , имеющее сопротивление  $R = 0,01 \text{ Ом}$ , помещено в однородное магнитное поле. Изменение проекции вектора магнитной индукции этого поля ( $B_x$ ) на ось  $x$ , перпендикулярную плоскости кольца, от времени представлено на графике. Какое количество теплоты выделится в кольце за интервал времени от  $t = 0$  до  $t = 8 \text{ с}$ ? Индуктивностью кольца пренебречь.

