

Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

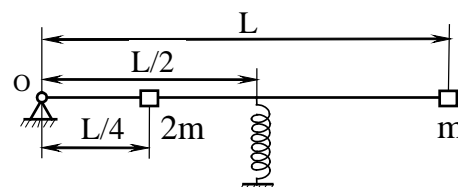
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

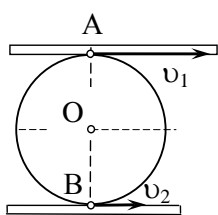
Вариант № 1.

ЗАДАЧА 1.

Однородный стержень длины L и массы m шарнирно закреплён в точке O . Середина стержня опирается на пружину. На стержне закреплены два маленьких груза массы $2m$ и m , положения которых показаны на рисунке. Найдите силу упругости, возникающую в пружине в положении равновесия стержня, если в этом положении стержень расположен горизонтально. Массой пружины и силами трения пренебречь.



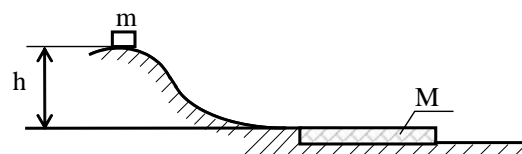
ЗАДАЧА 2.



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 3.

Небольшая шайба массы $m = 1 \text{ кг}$ без начальной скорости соскальзывает с гладкой горки высотой $h = 1 \text{ м}$ и попадает на доску массы $M = 4 \text{ кг}$, лежащую у основания горки на гладкой горизонтальной плоскости. Вследствие трения между шайбой и доской шайба тормозится и, начиная с некоторого момента, движется вместе с доской как единое целое. Найдите путь S , пройденный шайбой по доске до остановки, если коэффициент трения между шайбой и доской

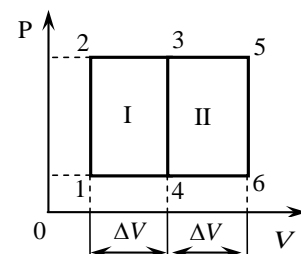


равен $\mu = \mu_0 \cdot x$, где $\mu_0 = 0,1 \frac{1}{\text{м}}$, а x – расстояние шайбы от левого края

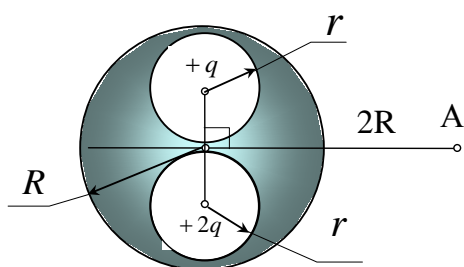
доски.

ЗАДАЧА 4

В тепловой машине в качестве рабочего тела используется один моль идеального одноатомного газа. На рисунке представлены циклы 1-2-3-4-1 и 4-3-5-6-4, совершаемые этим газом. Найдите коэффициент полезного действия η_2 II цикла, если коэффициент полезного действия I цикла $\eta_1 = 0,15$.



ЗАДАЧА 5.

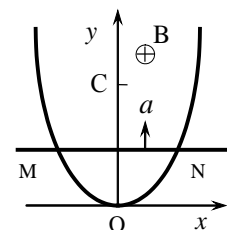


Внутри незаряженного металлического шара радиусом R имеются две сферические полости радиусами $r < 0,5R$, расположенные таким образом, что их поверхности почти соприкасаются в центре шара. В центре одной полости находится положительный заряд $+q$, а в центре другой – положительный заряд $+2q$. Найдите модуль и направление

вектора напряжённости \vec{E} электростатического поля в точке A , находящейся на расстоянии $2R$ от центра шара на перпендикуляре к отрезку, соединяющему центры полостей.

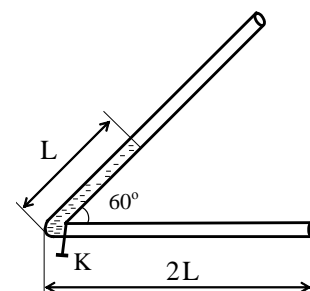
ЗАДАЧА 6

Проводник, имеющий форму параболы $y = kx^2$, расположен в плоскости x y в постоянном однородном магнитном поле индукции B , перпендикулярной плоскости x y . По проводнику из начала координат O перемещают поступательно вдоль оси y с постоянным ускорением a и без начальной скорости перемычку MN , параллельную оси x . Найдите ЭДС индукции в образовавшемся контуре при значении координаты перемычки $y = C$.



ЗАДАЧА 7.

Тонкая, открытая с обоих концов трубка, согнутая под углом $\alpha = 60^\circ$ расположена в вертикальной плоскости. Верхнее колено трубки заполнено на длину L жидкостью, которая удерживается с помощью клапана K . Найдите, через какое время t после открытия клапана, вся жидкость вытечет из горизонтальной части трубки, длина которой равна $2L$. Силами трения и поверхностного натяжения пренебречь. При течении жидкость заполняет всё сечение трубки.



Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

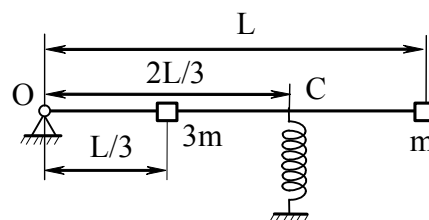
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

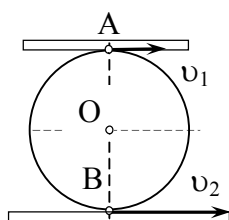
Вариант № 2.

ЗАДАЧА 1.

Однородный стержень длины L и массы m шарнирно закреплён в точке O . В точке C , отстоящей на $2L/3$ от оси O , стержень опирается на пружину. На стержне закреплены два маленьких груза, массы которых $3m$ и m , а их положения показаны на рисунке. Найдите силу упругости, возникающую в пружине в положении равновесия стержня, когда он неподвижен и расположен горизонтально. Массой пружины и силами трения пренебречь.



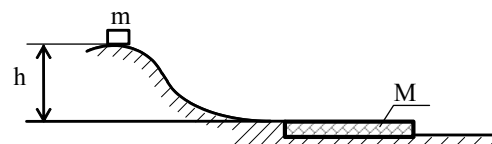
ЗАДАЧА 2.



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

ЗАДАЧА 3.

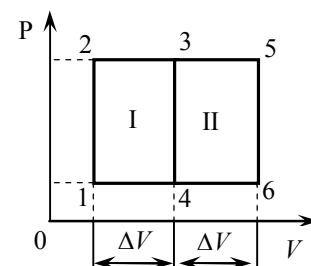
Небольшая шайба массы $m = 1 \text{ кг}$ без начальной скорости соскальзывает с гладкой горки высотой $h = 0,6 \text{ м}$ и попадает на доску массы $M = 5 \text{ кг}$, лежащую у основания



горки на гладкой горизонтальной плоскости. Вследствие рения между шайбой и доской шайба тормозится и, начиная с некоторого момента, движется вместе с доской как единое целое. Найдите путь S , пройденный шайбой по доске до остановки, если коэффициент трения между шайбой и доской равен $\mu = \mu_0 \cdot x$, где $\mu_0 = 0,1 \frac{1}{\text{м}}$, а x – расстояние шайбы от левого края доски.

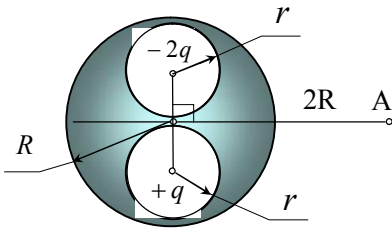
ЗАДАЧА 4

В тепловой машине в качестве рабочего тела используется один моль идеального одноатомного газа. На рисунке представлены циклы 1-2-3-4-1 и 4-3-5-6-4, совершаемые этим газом. Найдите коэффициент полезного действия η_2 II цикла, если отношение коэффициентов



полезного действия I и II циклов $\alpha = \frac{\eta_1}{\eta_2} = 1,23$.

ЗАДАЧА 5.

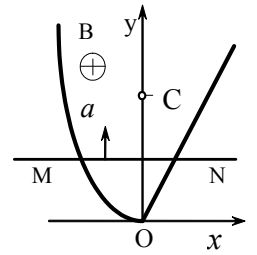


Внутри незаряженного металлического шара радиусом R имеются две сферические полости радиусами $r < 0,5 \cdot R$, расположенные таким образом, что их поверхности почти соприкасаются в центре шара. В центре одной полости поместили отрицательный заряд $-2q$, а затем в центре другой – положительный заряд $+q$. Найдите

модуль и направление вектора напряжённости \vec{E} электростатического поля в точке A , находящейся на расстоянии $2R$ от центра шара на перпендикуляре к отрезку, соединяющему центры полостей.

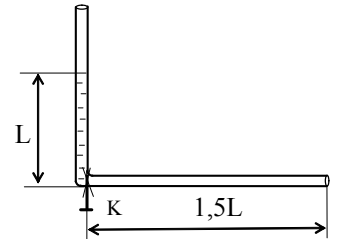
ЗАДАЧА 6.

Проводник, состоящий из прямолинейного участка ($y = bx$) и ветви параболы ($y = kx^2$), расположен в плоскости $x y$ в постоянном однородном магнитном поле индукции B , перпендикулярной плоскости $x y$. Из точки O вдоль оси y перемещают поступательно, с постоянным ускорением a и без начальной скорости перемычку MN , расположенную параллельно оси x . Найдите ЭДС индукции в образовавшемся контуре при значении координаты перемычки $y = C$.



ЗАДАЧА 7.

Вертикальная часть тонкой открытой с обоих концов L-образной трубки заполнена на длину L жидкостью и удерживается с помощью клапана K . Найдите, через какое время t после открытия клапана, вся жидкость вытечет из горизонтальной части трубки, длина которой равна $1,5 L$. Силами трения и поверхностного натяжения пренебречь. При течении жидкость заполняет всё сечение трубки.



Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

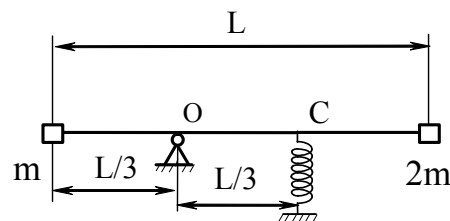
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 3.

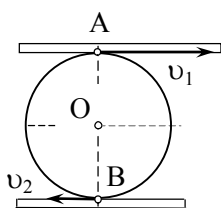
ЗАДАЧА 1

Однородный стержень длины L и массы m шарнирно закреплён в точке O . В точке C , отстоящей на $L/3$ от оси O , стержень опирается на пружину. На концах стержня закреплены два маленьких груза массы m и $2m$, положения которых показаны на рисунке. Найдите силу упругости, возникающую в пружине в положении равновесия стержня, когда он неподвижен и расположен горизонтально. Массой пружины и силами трения пренебречь.



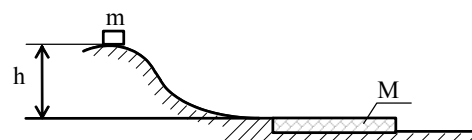
ЗАДАЧА 2.

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.



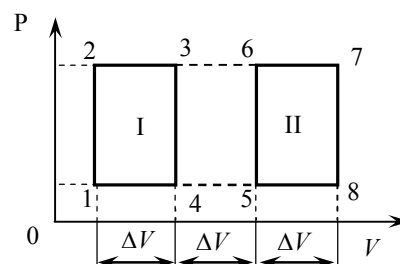
ЗАДАЧА 3

Небольшая шайба массы $m = 2 \text{ кг}$ без начальной скорости соскальзывает с гладкой горки высотой $h = 1,6 \text{ м}$ и попадает на доску массы $M = 2 \text{ кг}$, лежащую у основания горки на гладкой горизонтальной плоскости. Вследствие трения между шайбой и доской шайба тормозится и, начиная с некоторого момента, движется вместе с доской как единое целое. Найдите путь S , пройденный шайбой по доске до остановки, если коэффициент трения между шайбой и доской равен $\mu = \mu_0 \cdot x$, где $\mu_0 = 0,1 \frac{1}{\text{м}}$, а x – расстояние шайбы от левого края доски.

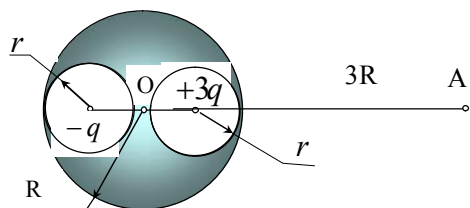


ЗАДАЧА 4

В тепловой машине в качестве рабочего тела используется один моль идеального одноатомного газа. На рисунке представлены циклы 1-2-3-4-1 и 5-6-7-8-5, совершаемые этим газом. Найдите коэффициент полезного действия η_2 II цикла, если коэффициент полезного действия I цикла $\eta_1 = 0,15$.



ЗАДАЧА 5.

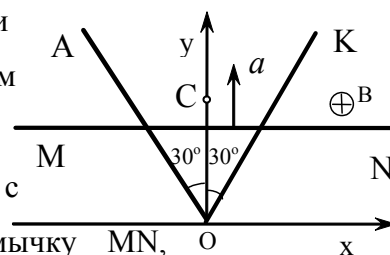


Внутри незаряженного металлического шара радиусом R имеются две сферические полости радиусами $r < 0,5R$, расположенные таким образом, что их поверхности почти соприкасаются в центре O шара. В центре одной полости поместили отрицательный заряд $-q$, а затем в центре другой – положительный заряд $+3q$.

Найдите модуль и направление вектора напряжённости \vec{E} электростатического поля в точке A , находящейся на расстоянии, равном $3R$ от центра O шара на линии, соединяющей центры полостей.

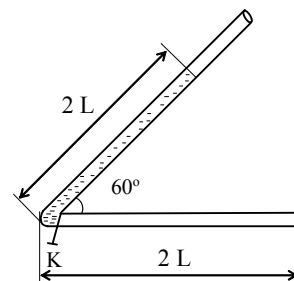
ЗАДАЧА 6

Проводник AOK , согнутый под углом 60° , расположен в плоскости xy , как показано на рисунке, в постоянном однородном магнитном поле индукции B , перпендикулярной плоскости xy . По проводнику из начала координат O перемещают поступательно вдоль оси y с постоянным ускорением a и без начальной скорости перемычку MN , параллельную оси x . Найдите ЭДС индукции в образовавшемся контуре при значении координаты перемычки $y = C$.



ЗАДАЧА 7.

Тонкая, открытая с обоих концов трубка, согнутая под углом 60° расположена в вертикальной плоскости. Верхнее колено трубки заполнено на длину $2L$ жидкостью, которая удерживается с помощью клапана K . Найдите, через какое время t после открытия клапана, вся жидкость вытечет из горизонтальной части трубки, длина которой равна $2L$. Силами трения и поверхностного натяжения пренебречь. При течении жидкость заполняет всё сечение трубки.



Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

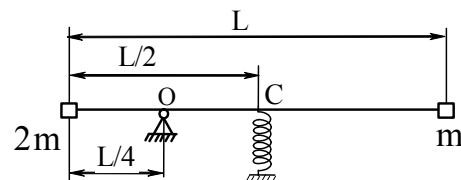
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 4.

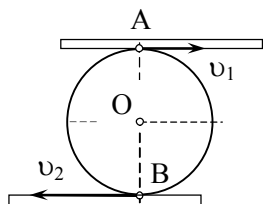
ЗАДАЧА 1

Однородный стержень длины L и массы m шарнирно закреплён в точке O , отстоящей на $L/4$ от конца стержня. Середина стержня точка C прикреплена к пружине. На концах стержня закреплены два маленьких груза массами $2m$ и m , как показано на рисунке. Найдите силу упругости, возникающую в пружине в положении равновесия стержня, когда он неподвижен и расположен горизонтально. Массой пружины и силами трения пренебrecь.



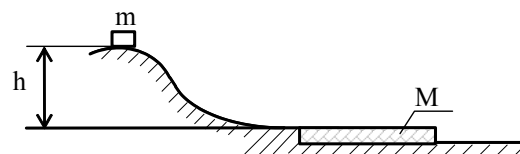
ЗАДАЧА 2

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



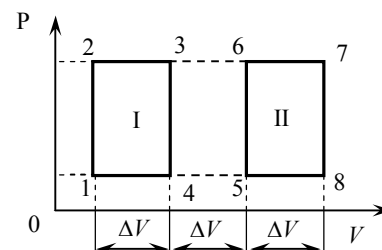
ЗАДАЧА 3.

Небольшая шайба массы $m = 2 \text{ кг}$ без начальной скорости соскальзывает с гладкой горки высотой $h = 1,2 \text{ м}$ и попадает на доску массы $M = 4 \text{ кг}$, лежащую у основания горки на гладкой горизонтальной плоскости. Вследствие трения между шайбой и доской шайба тормозится и, начиная с некоторого момента, движется вместе с доской как единое целое. Найдите путь S , пройденный шайбой по доске до остановки, если коэффициент трения между шайбой и доской равен $\mu = \mu_0 \cdot x$, где $\mu_0 = 0,1 \frac{1}{\text{м}}$, а x – расстояние шайбы от левого края доски.



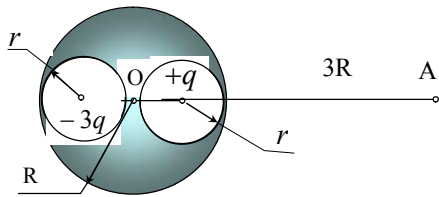
ЗАДАЧА 4

В тепловой машине в качестве рабочего тела используется один моль идеального одноатомного газа. На рисунке представлены циклы 1-2-3-4-1 и 5-6-7-8-5, совершаемые этим газом. Найдите коэффициент полезного действия η_2 II цикла, если отношение коэффициентов полезного действия I и II циклов $\alpha = \frac{\eta_1}{\eta_2} = 1,46$.



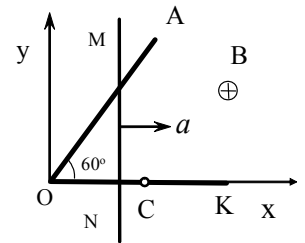
ЗАДАЧА 5.

Внутри незаряженного металлического шара радиусом R имеются две сферические полости радиусами $r < 0,5 \cdot R$, расположенные таким образом, что их поверхности почти соприкасаются в центре O шара. В центре одной полости поместили заряд отрицательный заряд $-3q$, а затем в центре другой - положительный заряд $+q$. Найдите модуль и направление вектора напряжённости \vec{E} электростатического поля в точке A , находящейся на расстоянии $3R$ от центра O шара на линии, соединяющей центры полостей.



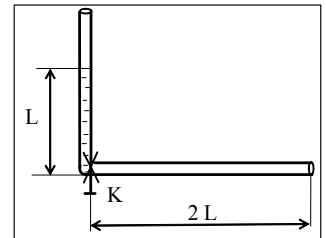
ЗАДАЧА 6

Проводник AOK , согнутый под углом 60° , расположен в плоскости xOy , как показано на рисунке, в постоянном однородном магнитном поле индукции B , перпендикулярной плоскости xOy . По проводнику из начала координат O перемещают поступательно вдоль оси x с постоянным ускорением a и без начальной скорости перемычку MN , параллельную оси y . Найдите ЭДС индукции в образовавшемся контуре при значении координаты перемычки $x = C$.



ЗАДАЧА 7.

Вертикальная часть тонкой открытой с обоих концов L -образной трубки заполнена на длину L жидкостью и удерживается с помощью клапана K . Найдите, через какое время t после открытия клапана, вся жидкость вытечет из горизонтальной части трубки, длина которой равна $2L$. Силами трения и поверхностного натяжения пренебречь. При течении жидкость заполняет всё сечение трубки.



Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

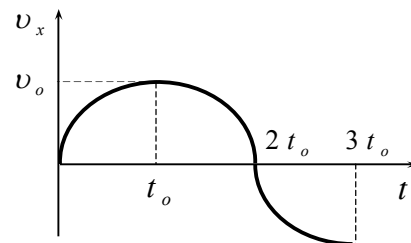
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 5.

ЗАДАЧА 1.

Тело движется прямолинейно вдоль оси x . График зависимости проекции скорости тела от времени имеет вид полуокружности и $1/4$ части окружности. Максимальная скорость тела v_0 , время движения $3t_0$. Определите перемещение тела Δr_x к моменту времени $3t_0$.

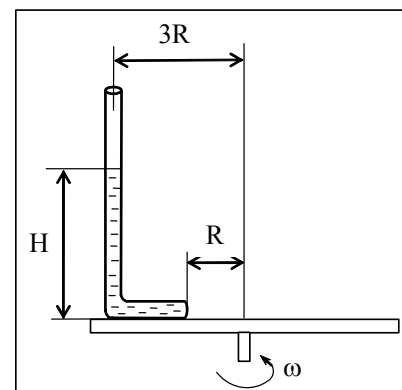


ЗАДАЧА 2.

Циклическая частота свободных малых колебаний материальной точки равна ω . Найдите наименьшее время, через которое её импульс уменьшится в $\sqrt{2}/2$ раз по сравнению с максимальным значением.

ЗАДАЧА 3.

Тонкая запаянная с одного конца трубка заполнена ртутью и закреплена на горизонтальной платформе, вращающейся с угловой скоростью ω 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 ρ . Найдите давление ртути у запаянного конца трубки. Силами поверхностного натяжения пренебречь.



ЗАДАЧА 4

Сосуд объема $V = 40 \text{ дм}^3$ разделен тонкой подвижной перегородкой на две части. В левую часть помещены 36 граммов воды, а в правую – 28 граммов азота (N_2). Температура поддерживается равной $t = 100^\circ\text{C}$. Определите объём правой части сосуда.

ЗАДАЧА 5.

Два равномерно заряженных тонких кольца находятся в одной плоскости и имеют общий центр, в котором находится положительный точечный заряд q . Линейная плотность зарядов одного кольца равна $+\tau$, а его радиус равен R . Линейная плотность зарядов второго кольца равна -2τ , а его

радиус равен $2R$. Найдите работу сил электрического поля при перемещении заряда q из центра кольца в бесконечность, где потенциал поля принять равным нулю.

ЗАДАЧА 6

Фотокатод освещается монохроматическим светом с длиной волны λ . Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией B и движутся по окружностям, наибольший радиус которых равен R . Определите работу выхода A электронов с поверхности катода.

ЗАДАЧА 7.

Найдите импульс фотона, поглощённого электроном атома водорода при переходе электрона со второго энергетического уровня на четвёртый. Энергия атома водорода в основном состоянии равна $E_1 = -13,53$ эВ.

Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

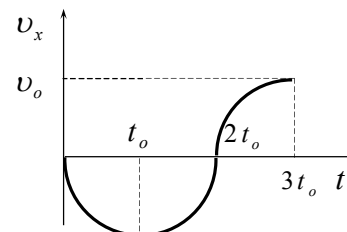
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 7.

ЗАДАЧА 1.

Тело движется прямолинейно вдоль оси x . График зависимости проекции скорости движения тела от времени имеет вид полуокружности и 1/4 части окружности. Максимальная скорость тела v_0 , время движения $3t_0$.



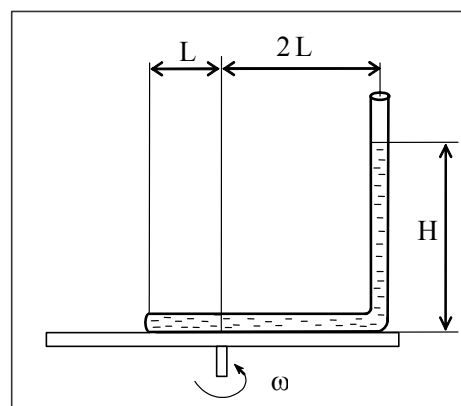
Определите перемещение тела Δr_x к моменту времени $3t_0$.

ЗАДАЧА 2.

Циклическая частота свободных малых колебаний материальной точки равна ω . Найдите наименьшее время, через которое её кинетическая энергия уменьшится в 4 раза по сравнению с её наибольшим значением.

ЗАДАЧА 3.

Тонкая трубка, запаянная с одного конца, заполнена жидкостью и закреплена на горизонтальной платформе, вращающейся с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси так, что жидкость не выливается и заполняет полностью горизонтальное колено трубки. Открытое колено трубки вертикально. Геометрические размеры установки указаны на рисунке. Атмосферное давление P_0 , плотность жидкости ρ .



Найдите давление жидкости u у запаянного конца трубки. Силами поверхностного натяжения пренебречь.

ЗАДАЧА 4

Сосуд объема $V = 50 \text{ дм}^3$ разделен тонкой подвижной перегородкой на две части. В левую часть помещены 54 грамма воды, а в правую – 32 грамма кислорода (O_2). Температура поддерживается равной $t = 100^\circ\text{C}$. Определите объём правой части сосуда.

ЗАДАЧА 5.

Два равномерно заряженных тонких кольца находятся в одной плоскости и имеют общий центр. Линейная плотность зарядов одного кольца равна $+\tau$, а его радиус равен R . Линейная плотность зарядов второго кольца равна -2τ , а его радиус равен $2R$. Найдите работу сил электрического поля при перемещении положительного точечного заряда $+q$ из бесконечности в центр колец, принимая потенциал поля в бесконечности равным нулю.

ЗАДАЧА 6

Электроны, вылетевшие из фотокатода при освещении его монохроматическим светом, попадают в однородное магнитное поле с индукцией B и движутся по окружностям, наибольший радиус которых равен R . Определите частоту ν излучения, падающего на фотокатод, если работа выхода материала катода равна A .

ЗАДАЧА 7.

Найдите импульс фотона, излучённого электроном атома водорода при переходе с четвёртого энергетического уровня на второй. Энергия атома водорода в основном состоянии равна $E_1 = -13,53$ эВ.

Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

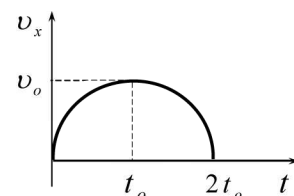
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 6.

ЗАДАЧА 1.

Тело движется прямолинейно вдоль оси x . График зависимости проекции скорости движения тела от времени имеет вид полуокружности. Максимальная скорость тела v_0 , время движения $2t_0$. Определите путь, пройденным телом.

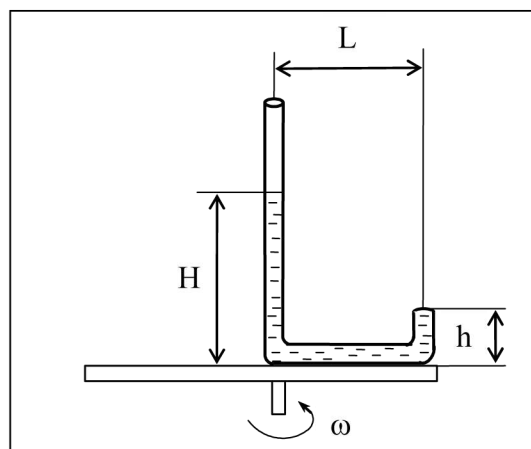


ЗАДАЧА 2.

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

ЗАДАЧА 3.

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



ЗАДАЧА 4

Сосуд объема $V = 20 \text{ дм}^3$ разделен тонкой подвижной перегородкой на две части. В левую часть помещены 18 граммов воды, а в правую – 14 граммов азота (N_2). Температура поддерживается равной $t = 100^\circ\text{C}$. Определите объём правой части сосуда.

ЗАДАЧА 5.

Два равномерно заряженных тонких кольца находятся в одной плоскости и имеют общий центр, в котором находится отрицательный точечный заряд $-q$. Линейная плотность зарядов одного

кольца равна -2τ , а его радиус равен R . Линейная плотность зарядов второго кольца равна $+\tau$, а его радиус равен $2R$. Найдите работу сил электрического поля при перемещении заряда $-q$ из центра кольца в бесконечность, где потенциал поля принять равным нулю.

ЗАДАЧА 6

Фотокатод с работой выхода A освещается монохроматическим светом с частотой ν . Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле и движутся по окружностям, наибольший радиус которых равен R . Определите индукцию B магнитного поля.

ЗАДАЧА 7.

Найдите импульс фотона, поглощённого электроном атома водорода при переходе электрона со второго энергетического уровня на третий. Энергия атома водорода в основном состоянии равна $E_1 = -13,53$ эВ.

Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

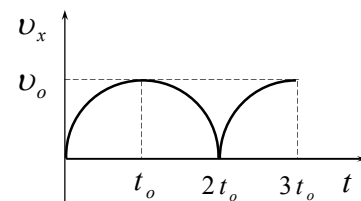
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 8.

ЗАДАЧА 1. Олимп 2012-2013 вар 12 №1

Тело движется прямолинейно вдоль оси x . График зависимости проекции скорости движения тела от времени имеет вид полуокружности и $1/4$ части окружности. Максимальная скорость тела v_0 , время движения $3t_0$. Определите путь, пройденным телом.

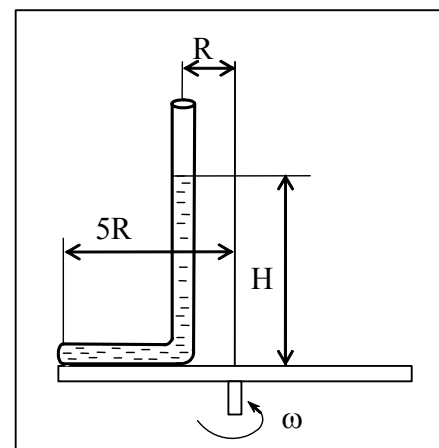


ЗАДАЧА 2.

Циклическая частота свободных малых колебаний материальной точки равна ω . Найдите наименьшее время, через которое её кинетическая энергия уменьшится вдвое по сравнению с её наибольшим значением.

ЗАДАЧА 3.

Тонкая трубка, запаянная с одного конца, заполнена жидкостью и закреплена на горизонтальной платформе, вращающейся с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси. Открытое колено трубки вертикально. Геометрические размеры установки указаны на рисунке. Атмосферное давление P_0 , плотность жидкости ρ . Найдите давление жидкости у запаянного конца трубки. Силами поверхностного натяжения пренебречь.



ЗАДАЧА 4

Сосуд объема $V = 20 \text{ дм}^3$ разделен тонкой подвижной перегородкой на две части. В левую часть помещены 16 граммов кислорода. (O_2), а в правую часть – 27 граммов воды. Температура поддерживается равной $t = 100^\circ\text{C}$. Определите объём правой части сосуда.

ЗАДАЧА 5.

Два равномерно заряженных тонких кольца находятся в одной плоскости и имеют общий центр. Линейная плотность зарядов одного кольца равна -2τ , а его радиус равен R . Линейная плотность

зарядов второго кольца равна $+τ$, а его радиус равен $2R$. Найдите работу сил электрического поля при перемещении отрицательного точечного заряда $-q$ из бесконечности в центр колец, принимая потенциал поля в бесконечности равным нулю.

ЗАДАЧА 6

Фотокатод с работой выхода A освещается монохроматическим светом с длиной волны $λ$. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией B . Определите наибольший радиус окружности, по которой могут двигаться электроны.

ЗАДАЧА 7.

Найдите импульс фотона, излучённого электроном атома водорода при переходе с третьего энергетического уровня на второй. Энергия атома водорода в основном состоянии равна $E_1 = -13,53$ эВ.

Второй (заключительный) этап научно-образовательного соревнования

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

Весна, 2016 г.

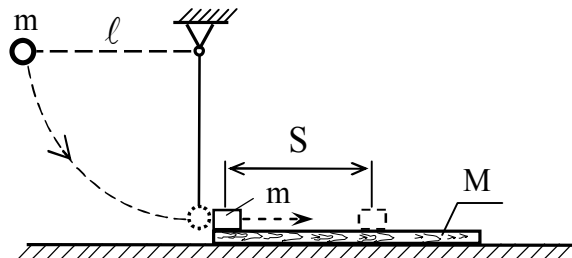
Вариант № 9.

ЗАДАЧА 1.

Две частицы движутся с ускорением g в однородном поле тяжести. В начальный момент частицы находились в одной точке и имели скорости $v_1 = 3,0$ м/с и $v_2 = 4,0$ м/с, направленные горизонтально и в противоположные стороны. Найдите расстояние между частицами в момент, когда векторы их скоростей окажутся взаимно перпендикулярными.

ЗАДАЧА 2.

На гладкой горизонтальной плоскости лежит доска массы $M = 4m$, у левого края которой находится небольшая шайба массы m . Шарик массы m , подвешенный на невесомой нерастяжимой нити, отклонили до горизонтального положения нити и отпустили без



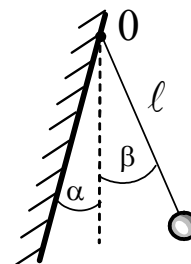
начальной скорости. Проходя вертикальное положение нити, шарик ударяется о шайбу, сообщая ей скорость, направленную вдоль доски. Вследствие трения между шайбой и доской шайба тормозится и, начиная с некоторого момента, движется вместе с доской, как единое целое. Считая удар шарика о шайбу абсолютно упругим, найдите путь S , пройденный шайбой по доске до полной остановки, если коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = \mu_0 \cdot x$, где μ_0 - числовой коэффициент, имеющий размерность $\frac{1}{m}$; x - расстояние положения шайбы от левого края доски.

ЗАДАЧА 3.

Одноатомный идеальный газ участвует в процессе, для которого внутренняя энергия газа пропорциональна квадрату его объема $U = \alpha \cdot V^2$, где α - постоянная. Найдите работу A , совершенную газом в таком процессе, если известно количество теплоты Q , сообщенное при этом газу.

ЗАДАЧА 4

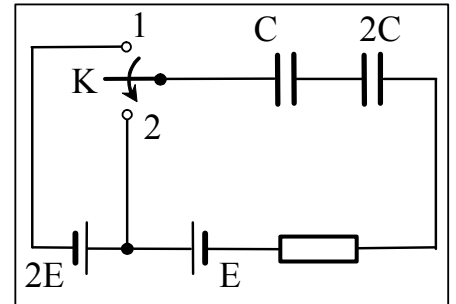
Шарик подвесили на нити длины l к точке O стенки, составляющей небольшой угол α с вертикалью. Затем нить с шариком отклонили на



небольшой угол $\beta > \alpha$ и отпустили. Считая удар шарика о стенку абсолютно упругим, найдите период колебаний такого маятника.

ЗАДАЧА 5.

Найдите количество тепла, которое выделится в цепи при переключении ключа К из положения 1 в положение 2.

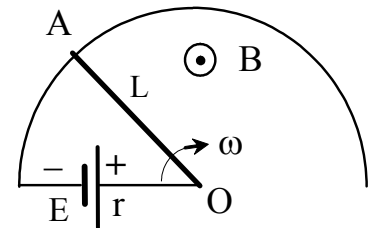


ЗАДАЧА 6.

Источник света расположен на двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы на ее оси. За линзой перпендикулярно оптической оси расположено плоское зеркало. На каком расстоянии от линзы нужно поместить зеркало, чтобы лучи, отраженные от зеркала, пройдя вторично через линзу, стали параллельными? Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см.

ЗАДАЧА 7.

Стержень OA сопротивления R и длины L, вращаясь вокруг точки O с угловой скоростью ω , скользит по полукольцу, сопротивление которого ничтожно мало. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией B, линии которой перпендикулярны плоскости контура. В контур включен источник тока с ЭДС E и внутренним сопротивлением r. Найдите разность потенциалов между клеммами источника тока E. Сопротивлением остальных участков контура пренебречь.



Второй (заключительный) этап академического соревнования

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

Весна, 2016 г.

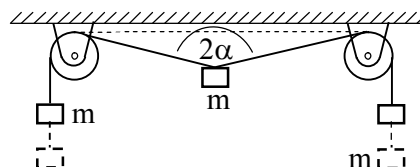
Вариант № 13.

ЗАДАЧА 1.

Тело, движущееся равноускоренно с начальной скоростью $v_1 = 1 \text{ м/с}$, пройдя некоторое расстояние ℓ , приобретает скорость $v_2 = 7 \text{ м/с}$. Найдите скорость v этого тела на половине расстояния.

ЗАДАЧА 2.

Через два маленьких неподвижных блока, оси которых находятся на одной высоте на расстоянии 90 см друг от друга, перекинута нить. К концам и к середине нити привязаны три одинаковых груза. Средний груз поднимают так, чтобы нить была горизонтальна, а сам груз находился



посередине между блоками, и отпускают, после чего средний груз опускается, а крайние поднимаются. С какой скоростью двигаются крайние грузы в тот момент, когда средние части нити между блоками образуют угол $2\alpha = 120^\circ$? Трением пренебречь.

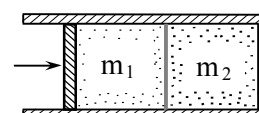
ЗАДАЧА 3.

Два одинаковых шара массы m каждый лежат на абсолютно гладкой горизонтальной плоскости, соприкасаясь друг с другом. Третий шар, таких же размеров, скользящий по той же плоскости, ударяется одновременно в оба шара. Считая удар абсолютно упругим, найдите массу M налетающего шара, если после удара он отскакивает назад со скоростью, равной половине скорости этого шара до удара.



ЗАДАЧА 4.

В сосуде с подвижным поршнем находится мыльный пузырь радиуса r . Медленным вдвиганием поршня воздух в сосуде сжимают так, что радиус пузыря уменьшается вдвое. Найдите давление воздуха в сосуде вне пузыря в этот момент, если давление воздуха в сосуде вне пузыря в исходном состоянии было равно P_0 . Процесс считать изотермическим. Коэффициент поверхностного натяжения мыльной плёнки равен σ .



ЗАДАЧА 5.

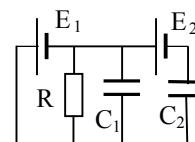
В закреплённом теплоизолированном цилиндре, разделённом на две части неподвижной теплопроводящей перегородкой и закрытом слева подвижным поршнем, не проводящим тепло, находится в левой части газ аргон массы $m_1 = 20$ г, а в правой части – газ неон массы $m_2 = 40$ г. Давление на поршень медленно увеличивают, начиная с некоторого начального значения. Найдите молярную теплоёмкость газа в левой части цилиндра в данном процессе, считая, что температура газа в процессе сжатия в левой и правой частях цилиндра одинаковая. Трением пренебречь.

ЗАДАЧА 6.

Металлический шарик радиуса R с отрицательным зарядом $-2q$ находится внутри тонкостенной металлической сферы радиуса $2R$. Центры шарика и металлической сферы совпадают. Сфере сообщили положительный заряд $+q$. Шарик и сферу соединили тонким проводником ничтожной ёмкости и затем разъединили. Найдите разность потенциальных энергий ΔW конечного и начального состояния системы?

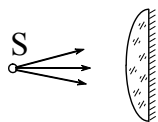
ЗАДАЧА 7.

Определите заряды на конденсаторах в схеме, изображённой на рисунке. Параметры элементов цепи считать известными. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.



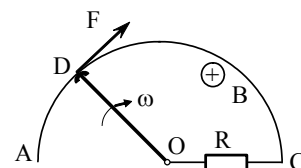
ЗАДАЧА 8.

Плоско-выпуклая линза с радиусом кривизны $R = 50$ см имеет оптическую силу 1 дптр. Найдите оптическую силу этой линзы, если посеребрить её плоскую поверхность. Свет падает на не посеребренную поверхность.



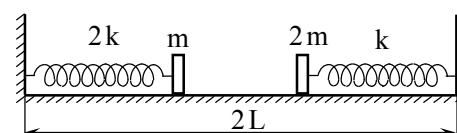
ЗАДАЧА 9.

Контур состоит из участка OC с сопротивлением R , полукольца AC и стержня OD сопротивлением R и длины L , который может скользить по полукольцу, вращаясь вокруг его центра - точки O . Сопротивления остальных участков контура и скользящего контакта пренебрежимо малы. Контур помещён в однородном магнитном поле с индукцией B , линии которой перпендикулярны плоскости контура. Найдите модуль минимальной силы F , которую надо приложить к стержню в точке D , чтобы вращать его с постоянной угловой скоростью ω .

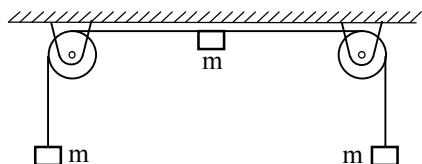


ЗАДАЧА 10.

В системе, изображённой на рисунке, прикрепленные к невесомым пружинам грузики при помощи нитей удерживаются на расстояниях $L/2$ от стенок, к которым прикреплены концы пружин. Длины обеих пружин в



недеформированном состоянии одинаковы и равны L . Нити одновременно пережигают, после чего грузики сталкиваются и слипаются. Найдите максимальную скорость, которую будут иметь грузики при колебаниях, возникших после этого столкновения. Удар при столкновении является центральным. Жёсткости пружин и массы грузиков указаны на рисунке. Трением и размерами грузиков пренебречь.



Второй (заключительный) этап академического соревнования

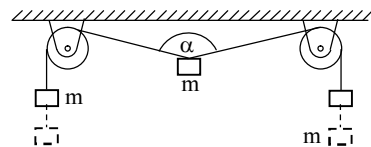
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 14.

ЗАДАЧА 1.

Тело, движущееся равноускоренно с начальной скоростью $v_1 = 1 \text{ м/с}$, пройдя некоторое расстояние ℓ , приобретает скорость $v_2 = 7 \text{ м/с}$. Найдите скорость v этого тела на расстоянии, равном $\ell/4$ от начала движения.

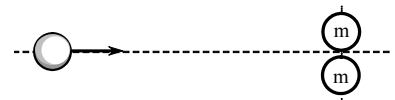


ЗАДАЧА 2.

Через два маленьких неподвижных блока, оси которых находятся на одной высоте на расстоянии 90 см друг от друга, перекинута нить. К концам и к середине нити привязаны три одинаковых груза. Средний груз поднимают так, чтобы нить была горизонтальна, а сам груз находился посередине между блоками, и отпускают, после чего средний груз опускается, а крайние поднимаются. Найдите скорость среднего груза в тот момент, когда части нити между блоками образуют угол $\alpha = 120^\circ$? Трением пренебечь.

ЗАДАЧА 3.

Два одинаковых шара массы m каждый лежат на абсолютно гладкой горизонтальной плоскости, соприкасаясь друг с другом. Третий шар, таких же размеров, скользящий по той же плоскости, ударяется одновременно в оба шара. Считая удар абсолютно упругим, найдите массу M налетающего шара, если после удара он отскакивает назад со скоростью, равной четверти скорости этого шара до удара.

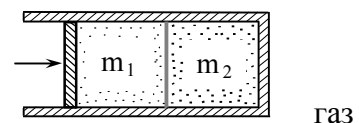


ЗАДАЧА 4.

В сосуде с подвижным поршнем находится мыльный пузырь радиуса r . Медленным вдвиганием поршня воздух в сосуде сжимают так, что радиус пузыря уменьшается в три раза. Найдите давление воздуха в сосуде вне пузыря в этот момент, если давление воздуха в сосуде вне пузыря в исходном состоянии равно P_0 . Процесс считать изотермическим. Коэффициент поверхностного натяжения мыльной плёнки равен σ .

ЗАДАЧА 5.

В закреплённом теплоизолированном цилиндре, разделённом на две части неподвижной теплопроводящей перегородкой и закрытом слева подвижным поршнем, не проводящим тепло, находится в левой части газ неон массы $m_1 = 40 \text{ г}$, а в правой части – газ аргон массы $m_2 = 20 \text{ г}$. Давление на поршень медленно увеличивают, начиная с некоторого начального значения. Найдите молярную



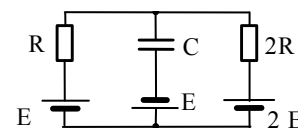
теплоёмкость газа в левой части цилиндра в данном процессе, считая, что температура газа в процессе сжатия в левой и правой частях цилиндра одинаковая. Трением пренебречь.

ЗАДАЧА 6.

Металлический шарик радиуса R с отрицательным зарядом $-q$ находится внутри тонкостенной металлической сферы радиуса $2R$. Центры шарика и металлической сферы совпадают. Сфере сообщили положительный заряд $+2q$. Шарик и сферу соединили тонким проводником ничтожной ёмкости и затем разъединили. Найдите разность потенциальных энергий ΔW конечного и начального состояния системы.

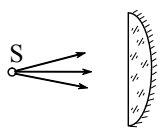
ЗАДАЧА 7.

Определите заряды на конденсаторах в схеме, изображённой на рисунке. Параметры элементов цепи считать известными. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.



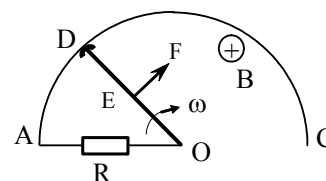
ЗАДАЧА 8.

Плоско-выпуклая линза с радиусом кривизны $R = 50$ см имеет оптическую силу 1 дптр. Найдите оптическую силу этой линзы, если посеребрить её сферическую поверхность? Свет падает на не посеребрённую поверхность.



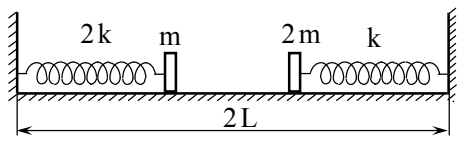
ЗАДАЧА 9.

Контур состоит из участка OA с сопротивлением R , полукольца AC и стержня OD сопротивлением R и длины L , который может скользить по полукольцу, вращаясь вокруг его центра - точки O . Сопротивления остальных участков контура и скользящего контакта пренебрежимо малы. Контур помещен в однородном магнитном поле с индукцией B , линии которой перпендикулярны плоскости контура. Найдите модуль минимальной силы F , которую надо приложить к середине стержня, чтобы вращать его с постоянной угловой скоростью ω .



ЗАДАЧА 10.

В системе, изображённой на рисунке, прикрепленные к невесомым пружинам грузики при помощи нитей удерживаются на расстояниях $L/2$ от стенок, к которым прикреплены концы пружин. Длины обеих пружин в недеформированном состоянии одинаковы и равны L . Нити одновременно пережигают, после чего грузики сталкиваются и слипаются. Найдите максимальный импульс, который будут иметь грузики после этого столкновения. Удар при



столкновении является центральным. Жёсткости пружин и массы грузиков указаны на рисунке. Трением и размерами грузиков пренебречь.

Второй (заключительный) этап академического соревнования

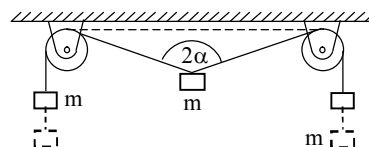
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 15.

ЗАДАЧА 1.

Тело, движущееся равноускоренно с начальной скоростью $v_1 = 2 \text{ м/с}$, пройдя некоторое расстояние ℓ , приобретает скорость $v_2 = 10 \text{ м/с}$. Найдите скорость v этого тела на расстоянии, равном $\ell/4$ от конечной точки движения.



ЗАДАЧА 2.

Через два маленьких неподвижных блока, оси которых находятся на одной высоте на расстоянии 1 м друг от друга, перекинута нить. К концам и к середине нити привязаны три одинаковых груза. Средний груз поднимают так, чтобы нить была горизонтальна, а сам груз находился посередине между блоками, и отпускают, после чего средний груз опускается, а крайние поднимаются. Найдите скорость крайних грузов в тот момент, когда средние части нити между блоками образуют угол $2\alpha = 90^\circ$? Трением пренебречь.

ЗАДАЧА 3.

Два одинаковых шара массы m каждый лежат на абсолютно гладкой горизонтальной плоскости, соприкасаясь друг с другом. Третий шар, таких же размеров, скользящий по той же плоскости, ударяется одновременно в оба шара. Считая удар абсолютно упругим, найдите массу M налетающего шара, если после удара он продолжает двигаться в том же направлении со скоростью, равной половине скорости шара до удара.

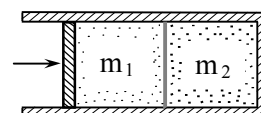


ЗАДАЧА 4.

В сосуде с подвижным поршнем находится мыльный пузырь радиуса r . Медленно выдвигая поршень, давление воздуха в сосуде уменьшают так, что радиус пузыря увеличивается вдвое. Найдите давление воздуха в сосуде вне пузыря в этот момент, если давление воздуха в сосуде вне пузыря в исходном состоянии было равно P_0 . Процесс считать изотермическим. Коэффициент поверхностного натяжения мыльной плёнки равен σ .

ЗАДАЧА 5.

В закреплённом теплоизолированном цилиндре, разделённом на две части неподвижной теплопроводящей перегородкой и закрытом слева

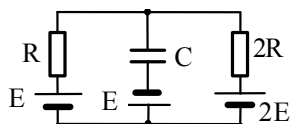


подвижным поршнем, не проводящим тепло, находится в левой части газ гелий массы $m_1 = 40$ г, а в правой части – газ неон массы $m_2 = 100$ г. Давление на поршень медленно увеличивают, начиная с некоторого начального значения. Найдите молярную теплоёмкость газа в левой части цилиндра в данном процессе, считая, что температура газа в процессе сжатия в левой и правой частях цилиндра одинаковая. Трением пренебречь.

ЗАДАЧА 6.

Металлический шарик радиуса R с положительным зарядом $+q$ находится внутри тонкостенной металлической сферы радиуса $2R$. Центры шарика и металлической сферы совпадают. Сфере сообщили отрицательным заряд $-2q$. Шарик и сферу соединили тонким проводником ничтожной ёмкости и затем разъединили. Найдите разность потенциальных энергий ΔW конечного и начального состояния системы.

ЗАДАЧА 7.



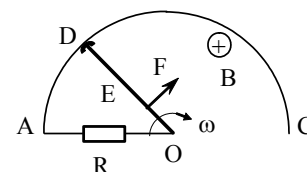
Определите заряды на конденсаторах в схеме, изображённой на рисунке. Параметры элементов цепи считать известными. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

ЗАДАЧА 8. Вогнутое зеркало наполнено водой. Зная, что радиус кривизны зеркала равен 40 см, а показатель преломления воды равен $4/3$, найдите фокусное расстояние этой системы.



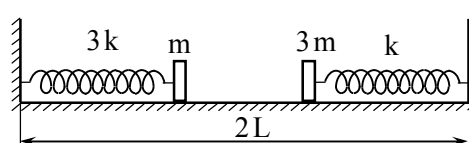
ЗАДАЧА 9.

Контур состоит из участка OA с сопротивлением R , полукольца AC и стержня OD сопротивлением R и длины L , который может скользить по полукольцу, вращаясь вокруг его центра - точки O . Сопротивления остальных участков контура и скользящего контакта пренебрежимо малы. Контур помещен в однородном магнитном поле с индукцией B , линии которой перпендикулярны плоскости контура. Найдите модуль минимальной силы F , которую надо приложить к стержню на расстоянии $1/3L$ от точки O , чтобы вращать его с постоянной угловой скоростью ω .



ЗАДАЧА 10.

В системе, изображённой на рисунке, прикрепленные к невесомым пружинам грузики при помощи нитей удерживаются на расстояниях $L/2$ от стенок, к которым прикреплены концы пружин. Длины обеих пружин в недеформированном состоянии одинаковы и равны L . Нити одновременно пережигают, после чего грузики сталкиваются и слипаются. Найдите



максимальную скорость, которую будут иметь грузики при колебаниях, возникших после этого столкновения. Удар при столкновении является центральным. Жёсткости пружин и массы грузиков указаны на рисунке. Трением и размерами грузиков пренебречь.

Второй (заключительный) этап академического соревнования

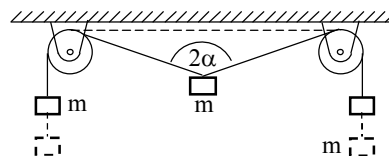
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»

Весна, 2016 г.

Вариант № 16.

ЗАДАЧА 1.

Тело, движущееся равноускоренно с начальной скоростью $v_1 = 2 \text{ м/с}$, пройдя некоторое расстояние ℓ , приобретает скорость $v_2 = 10 \text{ м/с}$. Найдите скорость v этого тела на расстоянии, равном $\ell/3$ от начала движения.

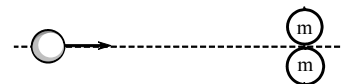


ЗАДАЧА 2.

Через два маленьких неподвижных блока, оси которых находятся на одной высоте на расстоянии 1 м друг от друга, перекинута нить. К концам и к середине нити привязаны три одинаковых груза. Средний груз поднимают так, чтобы нить была горизонтальна, а сам груз находился посередине между блоками, и отпускают, после чего средний груз опускается, а крайние поднимаются. Найдите скорость среднего груза в тот момент, когда средние части нити между блоками образуют угол $2\alpha = 90^\circ$. Трением пренебречь.

ЗАДАЧА 3.

Два одинаковых шара массы m каждый лежат на абсолютно гладкой горизонтальной плоскости, соприкасаясь друг с другом. Третий шар, таких же размеров, скользящий по той же плоскости, ударяется одновременно в оба шара. Считая удар абсолютно упругим, найдите массу M налетающего шара, если после удара он продолжает двигаться в том же направлении со скоростью, равной четверти скорости этого шара до удара.

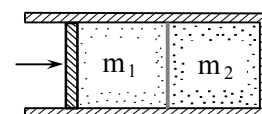


ЗАДАЧА 4.

В сосуде с подвижным поршнем находится мыльный пузырь радиуса r . Медленно выдвигая поршень, давление воздуха в сосуде уменьшают так, что радиус пузыря увеличивается втрое. Найдите давление воздуха в сосуде вне пузыря в этот момент, если давление воздуха в сосуде вне пузыря в исходном состоянии было равно P_0 . Процесс считать изотермическим. Коэффициент поверхностного натяжения мыльной плёнки равен σ .

ЗАДАЧА 5.

В закреплённом теплоизолированном цилиндре, разделённом на две части неподвижной теплопроводящей перегородкой и закрытом слева подвижным поршнем, не проводящим тепло, находится в левой части газ неон массы $m_1 = 100 \text{ г}$, а в правой части – газ гелий массы $m_2 = 20 \text{ г}$. Давление на поршень медленно



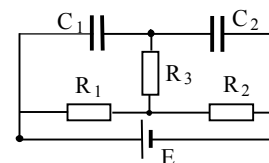
увеличивают, начиная с некоторого начального значения. Найдите молярную теплоёмкость газа в левой части цилиндра в данном процессе, считая, что температура газа в процессе сжатия в левой и правой частях цилиндра одинаковая. Трением пренебречь.

ЗАДАЧА 6.

Металлический шарик радиуса R с положительным зарядом $+2q$ находится внутри тонкостенной металлической сферы радиуса $2R$. Центры шарика и металлической сферы совпадают. Сфере сообщили отрицательный заряд $-q$. Шарик и сферу соединили тонким проводником ничтожной ёмкости и затем разъединили. Найдите разность потенциальных энергий ΔW конечного и начального состояния системы ?

ЗАДАЧА 7.

Определите заряды на конденсаторах в схеме, изображённой на рисунке. Параметры элементов цепи считать известными. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

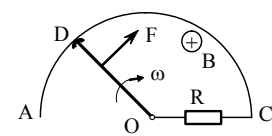


ЗАДАЧА 8. Вогнутое зеркало наполнено прозрачной жидкостью. Зная, что радиус кривизны зеркала $R = 40$ см, а показатель преломления жидкости равен $3/2$, найдите фокусное расстояние этой системы.



ЗАДАЧА 9.

Контур состоит из участка OC с сопротивлением R , полукольца AC и стержня OD сопротивлением R и длины L , который может скользить по полукольцу, вращаясь вокруг его центра - точки O . Сопротивления остальных участков контура и скользящего контакта пренебрежимо малы. Контур помещён в однородном магнитном поле с индукцией B , линии которой перпендикулярны плоскости контура. Найдите модуль минимальной силы F , которую надо приложить к стержню на расстоянии $2L/3$ от точки O , чтобы вращать его с постоянной угловой скоростью ω .



ЗАДАЧА 10.

В системе, изображённой на рисунке, прикрепленные к невесомым пружинам грузики при помощи нитей удерживаются на расстояниях $L/2$ от стенок, к которым прикреплены концы пружин. Длины обеих пружин в недеформированном состоянии одинаковы и равны L . Нити одновременно пережигают, после чего грузики сталкиваются и слипаются. Найдите максимальный импульс, который будут иметь грузики при колебаниях, возникших после этого столкновения. Удар при столкновении является центральным. Жёсткости пружин и массы грузиков указаны на рисунке. Трением и размерами грузиков пренебречь.

