

Второй (заключительный) этап академического соревнования

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

весна 2017 г.

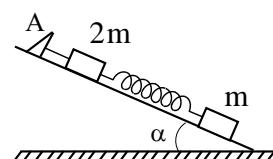
Вариант № 21

ЗАДАЧА 1.

Два тела, находящиеся на одной высоте, брошены одновременно с одинаковыми начальными скоростями $v_0 = 5 \text{ м/с}$, одно – вертикально вверх, а другое – вертикально вниз. Определите τ – разницу во времени движения тел до земли. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.

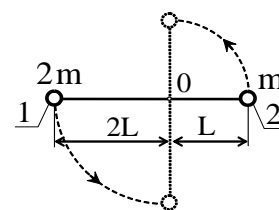
ЗАДАЧА 2.

Бруски массами $2m$ и m соединены невесомой пружиной и прикреплены лёгкой нитью к упору А, закреплённому на гладкой наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения нити, если система покоится. Найдите ускорение (направление и модуль) бруска массой $2m$ сразу после пережигания нити.



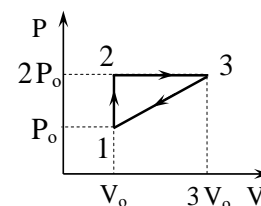
ЗАДАЧА 3.

Вокруг горизонтальной оси О может свободно вращаться легкий рычаг, плечи которого равны $2L$ и L . На концах рычага укреплены грузы, массы которых $2m$ и m . Первоначально рычаг удерживается в горизонтальном положении, как показано на рисунке. Затем рычаг отпускают без начальной скорости. Определите линейные скорости грузов в момент прохождения стержнем положения равновесия.



ЗАДАЧА 4.

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.

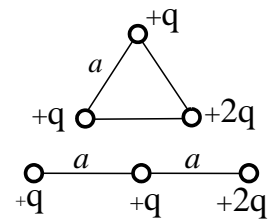


ЗАДАЧА 5.

Теплоизолированный сосуд разделён пористой неподвижной перегородкой на две части. Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона – нет. В начальный момент в одной части сосуда находится $\nu_{He} = 2$ моль гелия, а в другой – $\nu_{Ar} = 1$ моль аргона. Температура гелия $T_{He} = 300 \text{ К}$, а температура аргона $T_{Ar} = 600 \text{ К}$. Считая аргон и гелий идеальными газами, определите температуру гелия после установления равновесия в системе.

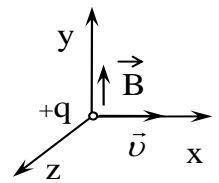
ЗАДАЧА 6.

Три положительных точечных заряда $+q$, $+q$ и $+2q$, 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.



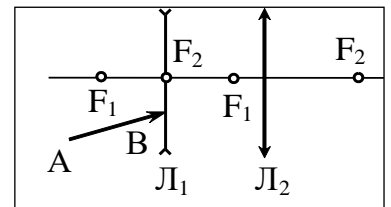
ЗАДАЧА 7.

Положительно заряженная частица движется с постоянной скоростью \vec{v} вдоль оси x в стационарном однородном электромагнитном поле. Определите модуль и направление вектора напряжённости электрического поля \vec{E} , если вектор магнитной индукции \vec{B} направлен вдоль оси y .



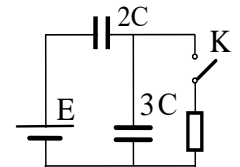
ЗАДАЧА 8.

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.



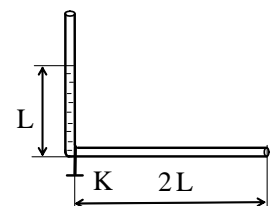
ЗАДАЧА 9.

Какое количество тепла выделится на резисторе после замыкания ключа K ? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



ЗАДАЧА 10.

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 τ после открытия клапана, вся жидкость вытечет из вертикальной части трубки. Силами трения и поверхностного натяжения пренебречь. При течении жидкость заполняет всё сечение трубки.



Второй (заключительный) этап академического соревнования

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

весна 2017 г.

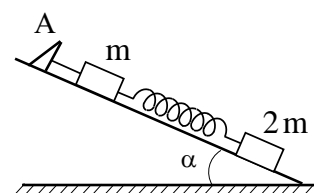
Вариант № 22

ЗАДАЧА 1.

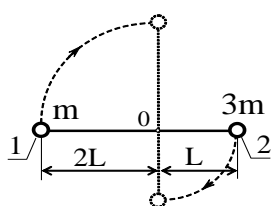
Два тела, находящиеся на одной высоте, брошены одновременно с одинаковыми начальными скоростями $v_0 = 10 \text{ м/с}$, одно – вертикально вверх, а другое – вертикально вниз. Определите τ – разницу во времени движения тел до земли. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.

ЗАДАЧА 2.

Бруски массами m и $2m$ соединены невесомой пружиной и прикреплены лёгкой нитью к упору А, закреплённому на гладкой наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения нити, если система покоится. Найдите ускорение (направление и модуль) бруска массой m сразу после пережигания нити.



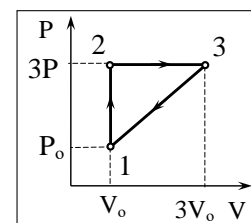
ЗАДАЧА 3.



Вокруг горизонтальной оси О может свободно вращаться легкий рычаг, плечи которого равны $2L$ и L . На концах рычага укреплены грузы, массы которых равны m и $3m$. Первоначально рычаг удерживается в горизонтальном положении, как показано на рисунке. Затем рычаг отпускают без начальной скорости. Определите линейные скорости грузов в момент прохождения стержнем положения равновесия.

ЗАДАЧА 4.

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 теплоте Q_{23} , полученной газом в процессе 2–3.



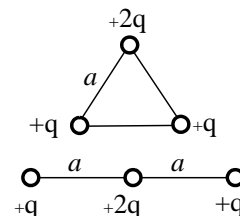
ЗАДАЧА 5.

Теплоизолированный сосуд разделён пористой неподвижной перегородкой на две части. Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы неона – нет. В начальный момент в одной части сосуда находится $\nu_{\text{He}} = 3$ моль гелия, а в другой – $\nu_{\text{Ne}} = 1$ моль

неона. Температура гелия $T_{He} = 300 \text{ K}$, а температура неона $T_{Ne} = 500 \text{ K}$. Считая неон и гелий идеальными газами, определите температуру гелия после установления равновесия в системе.

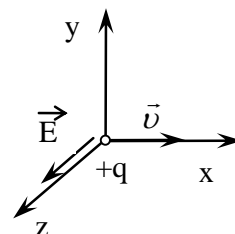
ЗАДАЧА 6.

Три положительных точечных заряда $+q$, $+2q$ и $+q$, 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.

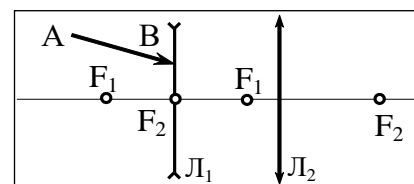


ЗАДАЧА 7.

Положительно заряженная частица движется с постоянной скоростью \vec{v} вдоль оси x в стационарном однородном электромагнитном поле. Определите модуль и направление вектора магнитной индукции \vec{B} , если вектор напряжённости электрического поля \vec{E} направлен вдоль оси z .

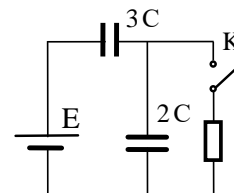


ЗАДАЧА 8. Оптическая система состоит из рассеивающей L_1 и собирающей L_2 линз с общей главной оптической осью. Главные фокусы рассеивающей линзы обозначены F_1 , а собирающей линзы – F_2 . Постройте дальнейший ход луча AB через оптическую систему.



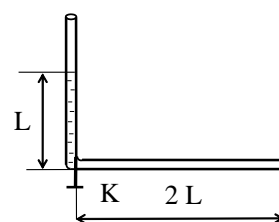
ЗАДАЧА 9.

Какое количество тепла выделится на резисторе после замыкания ключа K ? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



ЗАДАЧА 10.

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 τ после открытия клапана, половина жидкости вытечет из вертикальной части трубки. Силами трения и поверхностного натяжения пренебречь. При течении жидкость заполняет всё сечение трубки.



Второй (заключительный) этап академического соревнования

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

весна 2017 г.

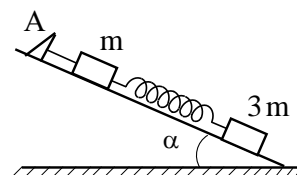
Вариант № 23

ЗАДАЧА 1.

Два тела, находящиеся на одной высоте, брошены одновременно с одинаковыми начальными скоростями $v_0 = 20 \text{ м/с}$, одно – вертикально вверх, а другое – вертикально вниз. Определите τ – разницу во времени движения тел до земли. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.

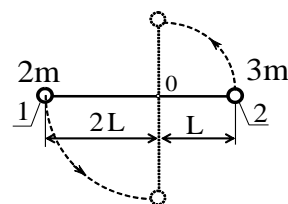
ЗАДАЧА 2.

Бруски массами m и $3m$ соединены невесомой пружиной и прикреплены лёгкой нитью к упору А, закреплённому на гладкой наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения нити, если система покоится. Найдите ускорение (направление и модуль) бруска массой m сразу после пережигания нити.



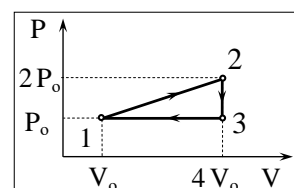
ЗАДАЧА 3.

Вокруг горизонтальной оси О может свободно вращаться легкий рычаг, плечи которого равны $2L$ и L . На концах рычага укреплены грузы массами $2m$ и $3m$. Первоначально рычаг удерживается в горизонтальном положении, как показано на рисунке. Затем рычаг отпускают без начальной скорости. Определите линейные скорости грузов в момент прохождения стержнем положения равновесия.



ЗАДАЧА 4.

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.



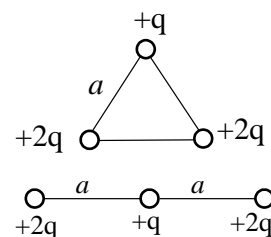
ЗАДАЧА 5.

Теплоизолированный сосуд разделён пористой неподвижной перегородкой на две части. Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона – нет. В начальный момент в одной части сосуда находится $\nu_{He} = 2$ моль гелия, а в другой – $\nu_{Ar} = 3$ моль аргона. Температура гелия $T_{He} = 300 \text{ К}$, а температура аргона $T_{Ar} = 200 \text{ К}$. Считая

аргон и гелий идеальными газами, определите температуру гелия после установления равновесия в системе.

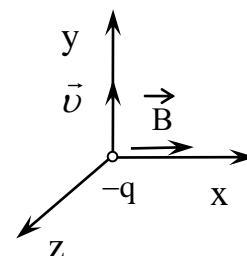
ЗАДАЧА 6.

Три положительных точечных заряда $+2q$, $+q$ и $+2q$, 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.



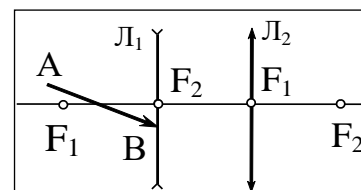
ЗАДАЧА 7.

Отрицательно заряженная частица движется с постоянной скоростью \vec{v} вдоль оси y в стационарном однородном электромагнитном поле. Определите модуль и направление вектора напряжённости электрического поля \vec{E} , если вектор магнитной индукции \vec{B} направлен вдоль оси x .



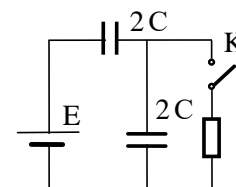
ЗАДАЧА 8.

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 АВ через оптическую систему.



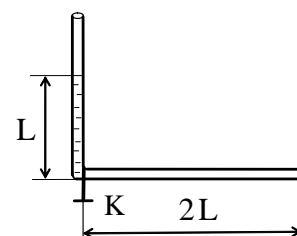
ЗАДАЧА 9.

Какое количество тепла выделится на резисторе после замыкания ключа К? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



ЗАДАЧА 10.

Вертикальная часть тонкой открытой с обоих концов L-образной трубки заполнена на длину L жидкостью и удерживается с помощью клапана К. Найдите, через какое время τ после открытия клапана, скорость жидкости достигнет максимального значения. Силами трения и поверхностного натяжения пренебречь. При течении жидкость заполняет всё сечение трубки.



Второй (заключительный) этап академического соревнования

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

весна 2017 г.

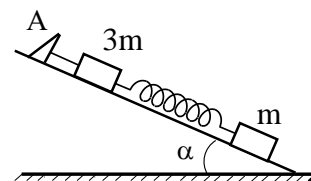
Вариант № 24

ЗАДАЧА 1.

Два тела, находящиеся на одной высоте, брошены одновременно с одинаковыми начальными скоростями $v_0 = 8 \text{ м/с}$, одно – вертикально вверх, а другое – вертикально вниз. Определите τ – разницу во времени движения тел до земли. Принять $g = 10 \text{ м/с}^2$.

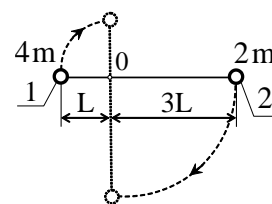
ЗАДАЧА 2.

Бруски массами $3m$ и m соединены невесомой пружиной и прикреплены лёгкой нитью к упору А, закреплённому на гладкой наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения нити, если система покоится. Найдите ускорение (направление и модуль) бруска массой $3m$ сразу после пережигания нити.



ЗАДАЧА 3.

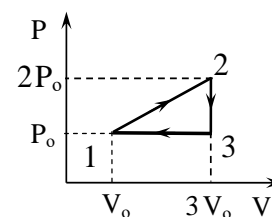
Вокруг горизонтальной оси О может свободно вращаться легкий рычаг, плечи которого равны L и $3L$. На концах рычага укреплены грузы массами $4m$ и $2m$. Первоначально рычаг удерживается в горизонтальном положении, как показано на рисунке. Затем рычаг отпускают без начальной скорости. Определите линейные скорости грузов в момент прохождения стержнем положения равновесия.



ЗАДАЧА 4.

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.

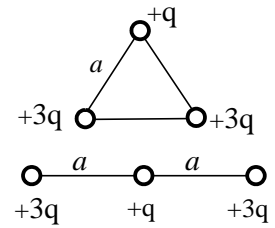


ЗАДАЧА 5.

Сосуд разделён пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится гелий массой $m = 1 \text{ кг}$, а в другой – аргон массой $m = 1 \text{ кг}$. Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона – нет. Начальная температура гелия равна температуре аргона: $T = 300 \text{ К}$. Определите внутреннюю энергию гелий-аргоновой смеси после установления равновесия в системе.

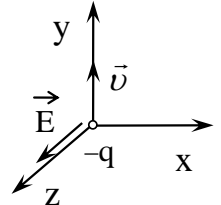
ЗАДАЧА 6.

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.



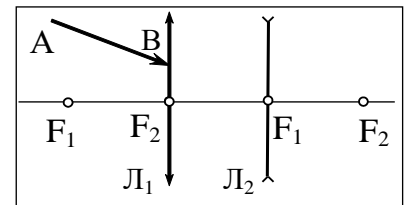
ЗАДАЧА 7.

Отрицательно заряженная частица движется с постоянной скоростью \vec{v} вдоль оси y в стационарном однородном электромагнитном поле. Определите модуль и направление вектора магнитной индукции \vec{B} , если вектор напряжённости электрического поля \vec{E} направлен вдоль оси z .



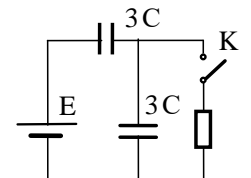
ЗАДАЧА 8.

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.



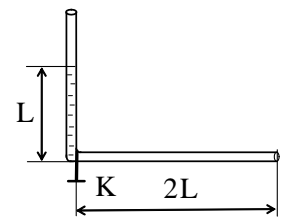
ЗАДАЧА 9.

Какое количество тепла выделится на резисторе после замыкания ключа K ? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



ЗАДАЧА 10.

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 τ после открытия клапана, скорость жидкости достигнет половины от максимального значения. Силами трения и поверхностного натяжения пренебречь. При течении жидкость заполняет всё сечение трубки.



Второй (заключительный) этап академического соревнования

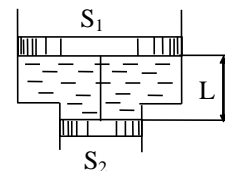
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»,

весна 2017 г.

Вариант № 25

ЗАДАЧА 1.

Камень, брошен с земли. Найдите модуль перемещения камня через время $\tau = 1$ с после броска, если направление вектора скорости камня за это время изменилось на 90° . Силами сопротивления воздуха пренебречь.



ЗАДАЧА 2.

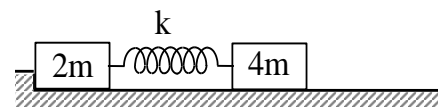
В вертикально расположенном сосуде с сечениями S_1 и S_2 находятся два невесомых поршня. Поршни соединены тонкой проволокой длины L . Найдите силу натяжения проволоки T , если пространство между поршнями заполнено жидкостью плотности ρ . Трением пренебречь. Концы сосуда открыты в атмосферу.

ЗАДАЧА 3.

Два мальчика стоят на коньках на льду на расстоянии L друг от друга. Один из них, имеющий массу M , бросает мяч массой m . Второй ловит его налету. Максимальная высота, которой достигает мяч при полёте над точкой бросания, равна h , коэффициент трения между коньками и льдом равен μ . Определите расстояние, на которое откатится мальчик, бросивший мяч.

ЗАДАЧА 4.

На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся бруски массами $2m$ и $4m$, к которым прикреплена



лёгкая упругая пружина жёсткостью k , сжатая на величину x_0 . В некоторый момент брусок массой $4m$ отпускают. Найдите 1) скорость бруска массой $4m$ в момент отрыва другого бруска от вертикальной стенки; 2) величину деформации пружины (модуль разности длин пружины в напряжённом и ненапряжённом состояниях) при минимальном расстоянии между брусками в процессе их движения после отрыва от упора.

ЗАДАЧА 5.

В вертикально расположенном цилиндре под поршнем находится одноатомный идеальный газ. Сила трения, действующая на поршень при его перемещении, превышает сумму его веса и силы внешнего атмосферного давления на поршень. Газ начинают медленно нагревать, причём за время расширения газ получает количество теплоты как за счёт нагрева, так и за счёт части тепла, выделившегося при трении поршня. Затем газ охладили, отобрав от него такое же количество теплоты, которое было им получено. Найдите отношение начального давления газа в цилиндре к конечному давлению, если его объём за время от начала расширения

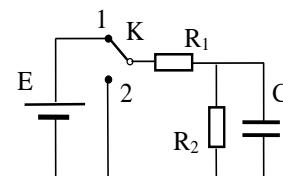
до завершения охлаждения газа увеличился в $n = 2$ раза. Процесс расширения газа считать изобарным.

ЗАДАЧА 6.

Тонкая сферическая поверхность радиуса R равномерно заряжена электрическим зарядом Q . Определите напряженность электрического поля в центре сферы, если у неё удалить достаточно малый участок площадью ΔS , значительно меньшей площади всей поверхности сферы. Влиянием среды пренебречь.

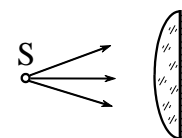
ЗАДАЧА 7.

В схеме, изображённой на рисунке, $R_1 = R$, $R_2 = 2R$. Какое количество теплоты выделится на резисторе R_2 после перемещения ключа K из положения 1 в положение 2? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



ЗАДАЧА 8.

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

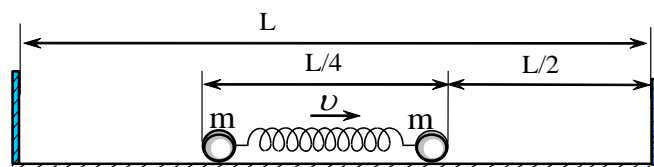


ЗАДАЧА 9.

Сверхпроводящее кольцо радиуса R , имеющее индуктивность L , расположено в однородном магнитном поле. Первоначально плоскость кольца параллельна вектору магнитной индукции, и ток в кольце равен нулю. Определите величину индукции магнитной B , если известно, что для поворота кольца на угол $\alpha = 90^\circ$ вокруг оси, проходящей через его диаметр, надо затратить работу, равную A .

ЗАДАЧА 10.

Два одинаковых шарика, массы m каждый, соединены между собой пружиной жёсткости k и неподвижно лежат на идеально гладкой горизонтальной



поверхности между двумя вертикальными стенками. Шарикам одновременно сообщают одинаковые скорости в направлении одной из стенок. Считая удары шариков о стенки абсолютно упругими, определите период движения шариков между стенками.

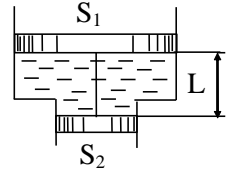
Второй (заключительный) этап академического соревнования

Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»,
весна 2017 г.

Вариант № 26

ЗАДАЧА 1.

Теннисный мяч после удара ракеткой движется в поле силы тяжести. Найдите модуль перемещения мяча через время $\tau = 2$ с после удара, если направление вектора скорости мяча за это время изменилось на 90° . Силами сопротивления воздуха пренебречь.

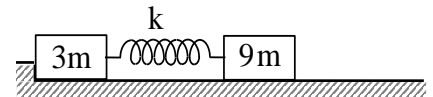


ЗАДАЧА 2.

В вертикально расположенном сосуде с сечениями S_1 и S_2 находятся два невесомых поршня. Поршни соединены тонкой проволокой, сила натяжения которой равна T . Найдите длину L проволоки, соединяющей поршни, если пространство между поршнями заполнено жидкостью плотности ρ . Трением пренебречь. Концы сосуда открыты в атмосферу.

ЗАДАЧА 3.

Два мальчика, имеющих массу M каждый, стоят на коньках на льду на расстоянии L друг от друга. Один из них бросает мяч массой m . Второй ловит его налету, при этом мальчики откатываются друг от друга.. Максимальная высота, которой достигает мяч при полёте над точкой бросания, равна h , коэффициент трения между коньками и льдом равен μ . Определите расстояние, на которое откатится мальчик, поймавший мяч.



ЗАДАЧА 4.

На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся бруски массами $3m$ и $9m$, к которым прикреплена лёгкая упругая пружина жёсткостью k , сжатая на величину x_0 . В некоторый момент брусок массой $9m$ отпускают. Найдите 1) скорость бруска массой $9m$ в момент отрыва другого бруска от вертикальной стенки; 2) величину деформации пружины (модуль разности длин пружины в напряжённом и ненапряжённом состояниях) при минимальном расстоянии между брусками в процессе их движения после отрыва от упора.

ЗАДАЧА 5.

В вертикально расположенном цилиндре под поршнем находится одноатомный идеальный газ. Сила трения, действующая на поршень при его перемещении, превышает сумму его веса и силы внешнего атмосферного давления на поршень. Газ начинают медленно нагревать, причём за время расширения газ получает количество теплоты как за счёт нагрева, так и за счёт части тепла, выделившегося при трении поршня. Затем газ охладили, отобрав от него такое же количество теплоты, которое было им получено. Найдите отношение начального

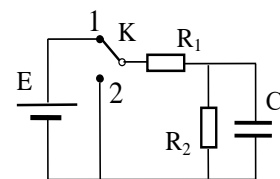
давление газа в цилиндре к конечному давлению, если его объём за время от начала расширения до завершения охлаждения газа увеличился в $n = 1,25$ раза. Процесс расширения газа считать изобарным.

ЗАДАЧА 6.

Тонкая сферическая поверхность радиуса R равномерно заряжена электрическим зарядом. Определите полный заряд этой поверхности, если при удалении у сферы достаточно малого участка площадью ΔS , значительно меньшей площади поверхности всей сферы, напряженность электрического поля в центре сферы становится равной E . Влиянием среды пренебречь.

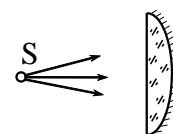
ЗАДАЧА 7.

В схеме, изображённой на рисунке, $R_1 = R$, $R_2 = 2R$. Какое количество теплоты выделится на резисторе R_1 после перемещения ключа K из положения 1 в положение 2. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



ЗАДАЧА 8.

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

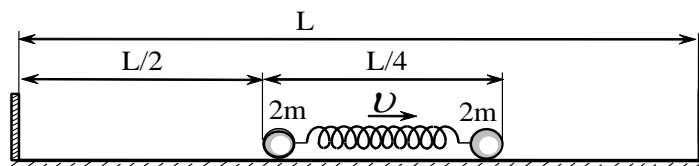


ЗАДАЧА 9.

Сверхпроводящее кольцо радиуса R , имеющее индуктивность L , расположено в однородном магнитном поле, величина индукции которого равна B . Первоначально плоскость кольца параллельна вектору B магнитной индукции, и ток в кольце равен нулю. Определите работу A , которую необходимо затратить для поворота кольца вокруг оси, проходящей через его диаметр, в положение, когда плоскость кольца перпендикулярна линиям магнитной индукции?

ЗАДАЧА 10

Два одинаковых шарика, массы $2m$ каждый, соединены между собой пружиной жёсткости k и неподвижно лежат на идеально гладкой горизонтальной поверхности между



двумя вертикальными стенками. Шарикам одновременно сообщают одинаковые скорости в направлении одной из стенок. Считая удары шариков о стенки абсолютно упругими, определите период движения шариков между стенками.

Второй (заключительный) этап академического соревнования

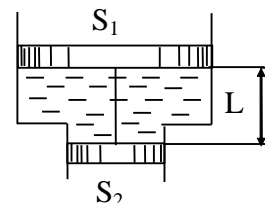
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»,

весна 2017 г.

Вариант № 27

ЗАДАЧА 1.

Ядро, выпущенное катапультой, движется по параболической траектории. Найдите модуль перемещения ядра через время $\tau = 4$ с после выстрела, если направление вектора скорости ядра за это время изменилось на 90° . Силами сопротивления воздуха пренебречь.

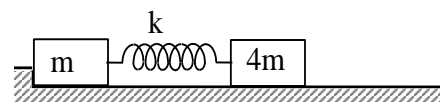


ЗАДАЧА 2.

В вертикально расположенном сосуде с сечениями S_1 и S_2 находятся два невесомых поршня. Поршни соединены тонкой проволокой длины L . Пространство между поршнями заполнено жидкостью. Найдите плотность ρ этой жидкости, если сила натяжения проволоки равна T . Трением пренебречь. Концы сосуда открыты в атмосферу.

ЗАДАЧА 3.

Два мальчика стоят на коньках на льду на расстоянии L друг от друга. Первый мальчик, имеющий массу M , бросает мяч массой m . Второй ловит его налету. При этом мальчик, бросивший мяч, откатывается на расстояние S от места бросания. Максимальная высота, которой достигает мяч при полёте над точкой бросания, равна h . Определите коэффициент трения между коньками и льдом.



ЗАДАЧА 4.

На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся бруски массами m и $4m$, к которым прикреплена лёгкая упругая пружина жёсткостью k , сжатая на величину x_0 . В некоторый момент брусок массой $4m$ отпускают. Найдите 1) скорость бруска массой $4m$ в момент отрыва другого бруска от вертикальной стенки; 2) величину деформации пружины (модуль разности длин пружины в напряжённом и ненапряжённом состояниях) при минимальном расстоянии между брусками в процессе их движения после отрыва от упора.

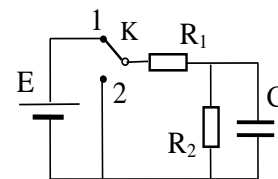
ЗАДАЧА 5.

В вертикально расположенном цилиндре под поршнем находится одноатомный идеальный газ. Сила трения, действующая на поршень при его перемещении, превышает сумму его веса и силы внешнего атмосферного давления на поршень. Газ начинают медленно нагревать, причём за время расширения газ получает количество теплоты как за счёт нагрева, так и за счёт части тепла, выделившегося при трении поршня. Затем газ охладили, отобрав от него такое же количество теплоты, которое было им получено. Найдите отношение начального

давление газа в цилиндре к конечному давлению, если его объём за время от начала расширения до завершения охлаждения газа увеличился в $n = 1,5$ раза. Процесс расширения газа считать изобарным.

ЗАДАЧА 6.

Тонкое кольцо радиуса R равномерно заряжено электрическим зарядом Q . Определите напряженность электрического поля в центре кольца, если у него удалить достаточно малый участок длиной ΔL , значительно меньшей длины всего кольца. Влиянием среды пренебречь.



ЗАДАЧА 7.

В схеме, изображённой на рисунке, $R_1 = R$, $R_2 = 3R$. Какое количество теплоты выделится на резисторе R_2 после перемещения ключа K из положения 1 в положение 2? Внутренним сопротивлением батареи 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.

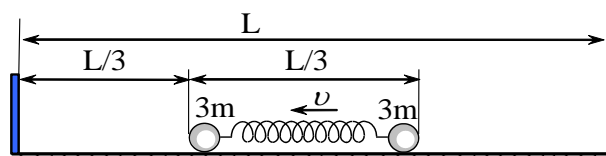


ЗАДАЧА 9.

Сверхпроводящее кольцо радиуса R расположено в однородном магнитном поле, величина индукции которого равна B . Первоначально плоскость кольца параллельна вектору магнитной индукции, и ток в кольце равен нулю. Определите индуктивность L кольца, если известно, что для поворота кольца на угол $\alpha = 90^\circ$ вокруг оси, проходящей через его диаметр, в положение, при котором плоскость кольца перпендикулярна линиям магнитной индукции, надо затратить работу, равную A .

ЗАДАЧА 10.

Два одинаковых шарика, массы $3m$ каждый, соединены между собой пружиной жёсткости k и неподвижно лежат на идеально гладкой горизонтальной поверхности между



двумя вертикальными стенками. Шарикам одновременно сообщают одинаковые скорости в направлении одной из стенок. Считая удары шариков о стенки абсолютно упругими, определите период движения шариков между стенками.

Второй (заключительный) этап академического соревнования

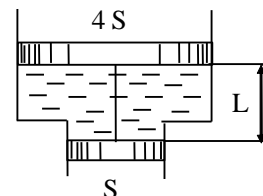
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по общеобразовательному предмету «Физика»,

весна 2017 г.

Вариант № 28

ЗАДАЧА 1.

Найдите модуль перемещения снаряда, выпущенного из пушки, через первые $\tau = 6$ с полёта, если направление вектора скорости снаряда за это время изменилось на 90° . Силами сопротивления воздуха пренебречь.



ЗАДАЧА 2.

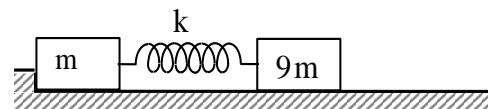
В вертикально расположенном сосуде с сечениями $4S$ и S находятся два невесомых поршня. Поршни соединены тонкой проволокой длины L . Найдите силу натяжения проволоки T , если пространство между поршнями заполнено жидкостью плотности ρ . Трением пренебречь. Концы сосуда открыты в атмосферу.

ЗАДАЧА 3.

Два мальчика, имеющих массу M каждый, стоят на коньках на льду на расстоянии L друг от друга. Первый мальчик бросает мяч массой m . Второй ловит его налету. Максимальная высота, которой достигает мяч при полёте над точкой бросания, равна h ; коэффициент трения между коньками и льдом равен μ . Определите работу, которую совершил первый мальчик, бросивший мяч.

ЗАДАЧА 4.

На гладкой горизонтальной поверхности стола находятся бруски массами m и $9m$, к которым прикреплена лёгкая упругая пружина жёсткостью k , сжатая на величину x_0 . В некоторый момент брусок массой $9m$ отпускают. Найдите 1) скорость бруска массой $9m$ в момент отрыва другого бруска от вертикальной стенки; 2) величину деформации пружины (модуль разности длин пружины в напряжённом и ненапряжённом состояниях) при минимальном расстоянии между брусками в процессе их движения после отрыва от упора.



ЗАДАЧА 5.

В вертикально расположенном цилиндре под поршнем находится одноатомный идеальный газ. Сила трения, действующая на поршень при его перемещении, превышает сумму его веса и силы внешнего атмосферного давления на поршень. Газ начинают медленно нагревать, причём за время расширения газ получает количество теплоты как за счёт нагрева, так и за счёт части тепла, выделившегося при трении поршня. Затем газ охладили, отобрав от него

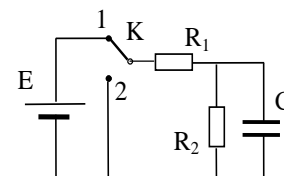
такое же количество теплоты, которое было им получено. Найдите отношение начального давления газа в цилиндре к конечному давлению, если его объём за время от начала расширения до завершения охлаждения газа увеличился в $n = 2,2$ раза. Процесс расширения газа считать изобарным.

ЗАДАЧА 6.

Тонкое кольцо равномерно заряжено электрическим зарядом Q . Определите радиус кольца, если при удалении у него достаточно малого участка длиной ΔL , значительно меньшей длины всего кольца, в центре кольца напряженность электрического поля становится равной E . Влиянием среды пренебречь.

ЗАДАЧА 7.

В схеме, изображённой на рисунке, $R_1 = R$, $R_2 = 3R$. Какое количество теплоты выделится на резисторе R_1 после перемещения ключа K из положения 1 в положение 2? Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



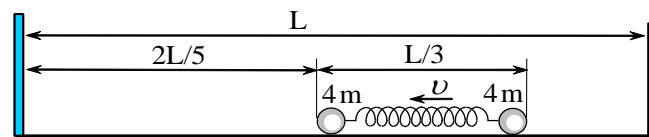
ЗАДАЧА 8.



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.

Сверхпроводящее кольцо, имеющее индуктивность L , расположено в однородном магнитном поле, величина индукции которого равна B . Первоначально плоскость кольца параллельна вектору магнитной индукции, и ток в кольце равен нулю. Определите площадь кольца S , если известно, что для поворота кольца на угол $\alpha = 90^\circ$ в положение, при котором плоскость кольца стала перпендикулярна линиям магнитной индукции, надо затратить работу, равную A .



ЗАДАЧА 10.

Два одинаковых шарика, массы $4m$ каждый, соединены между собой пружиной жёсткости k и неподвижно лежат на идеально гладкой горизонтальной поверхности между двумя вертикальными стенками. Шарикам одновременно сообщают одинаковые скорости в направлении одной из стенок. Считая удары шариков о стенки абсолютно упругими, определите период движения шариков между стенками.

Второй (заключительный) этап академического соревнования

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

весна 2017 г.

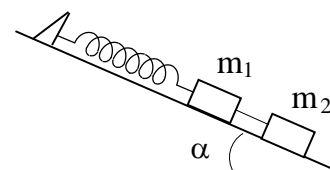
Вариант № 29

ЗАДАЧА 1.

За время $t = 20$ с тело прошло путь $S = 200$ м, причём его скорость увеличилась в $n = 3$ раза. Считая движение равноускоренным с начальной скоростью, определите величину ускорения тела.

ЗАДАЧА 2.

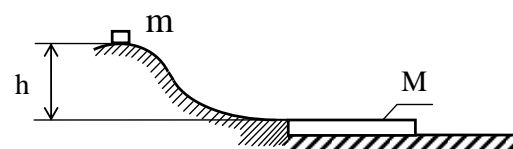
Бруски массами $m_1 = 2m$ и $m_2 = m$ соединены лёгкой нитью и прикреплены с помощью невесомой пружины к упору А, закреплённому на гладкой наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения нити, если система покоится.



Найдите ускорение (направление и модуль) бруска массой m_1 сразу после пережигания нити.

ЗАДАЧА 3.

Небольшая шайба массы m без начальной скорости соскальзывает с гладкой горки высотой $h = 5$ м и попадает на доску массы $M = 3m$, лежащую у



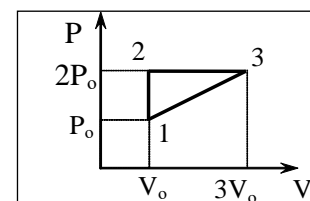
основания горки на гладкой горизонтальной плоскости, как показано на рисунке. Вследствие трения между шайбой и доской шайба останавливается, не достигнув края доски. Определите время скольжения шайбы вдоль доски, если коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,3$. Принять ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

ЗАДАЧА 4.

Плотность смеси гелия и азота при нормальных условиях $\rho = 0,60$ г/л. Найдите концентрацию атомов гелия в смеси.

ЗАДАЧА 5.

На $P - V$ диаграмме изображен цикл 1-2-3, проводимый с одноатомным идеальным газом. Определите коэффициент полезного действия этого цикла



ЗАДАЧА 6.

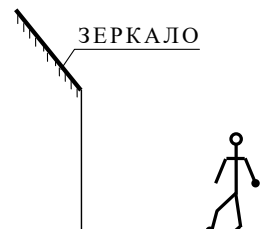
Проводящий шар в вакууме радиуса $R = 10$ см заряжен так, что потенциал электрического поля в шаре на расстоянии $r = 6$ см от центра равен $\phi = 20$ В. Определите поверхностную плотность заряда, равномерно распределенного на поверхности шара.

ЗАДАЧА 7.

Электрон, ускоренный разностью потенциалов $U = 1000$ В, влетает в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны направлению его движения. Индукция магнитного поля равна $B = 1,19 \cdot 10^{-3}$ Тл. Найдите радиус кривизны траектории электрона.

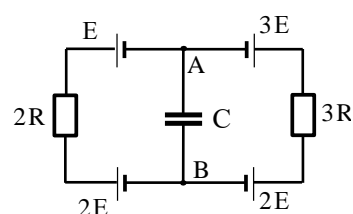
ЗАДАЧА 8.

Постройте изображение человека в плоском зеркале.



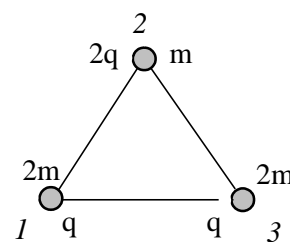
ЗАДАЧА 9.

Определите заряд конденсатора C в схеме, представленной на рисунке. Параметры элементов схемы, изображенных на рисунке, считать известными. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь.



ЗАДАЧА 10.

На горизонтальной поверхности расположены три маленьких одноименно заряженных шарика, заряды которых равны q , $2q$, q , а массы $2m$, m , $2m$. Шары соединены невесомыми, нерастяжимыми и непроводящими нитями длины L каждая так, что нити образуют равносторонний треугольник. Нить между шариками 1 и 3 пережигают. Пренебрегая гравитационным взаимодействием между шариками и силами трения, найдите максимальную скорость шарика 2.



Второй (заключительный) этап академического соревнования

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

весна 2017 г.

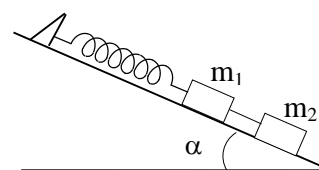
Вариант № 30

ЗАДАЧА 1.

За время $t = 30$ с тело прошло путь $S = 300$ м, причём его скорость увеличилась в $n = 7$ раз. Считая движение равноускоренным с начальной скоростью, определите величину ускорения тела.

ЗАДАЧА 2.

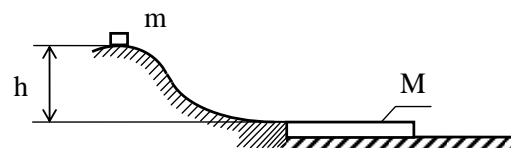
Бруски массами $m_1 = m$ и $m_2 = 2m$ соединены лёгкой нитью и прикреплены с помощью невесомой пружины к упору А, закреплённому на гладкой наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения нити, если система покоится.



Найдите ускорение (направление и модуль) бруска массой m_1 сразу после пережигания нити.

ЗАДАЧА 3.

Небольшая шайба массы m без начальной скорости соскальзывает с гладкой горки высотой $h = 5$ м и попадает на доску массы $M = 4m$, лежащую у основания горки на гладкой горизонтальной плоскости,



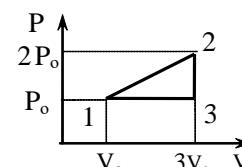
как показано на рисунке. Вследствие трения между шайбой и доской шайба останавливается, не достигнув края доски. Определите время скольжения шайбы вдоль доски, если коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,4$. Принять ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

ЗАДАЧА 4.

Плотность смеси гелия и азота при нормальных условиях $\rho = 0,60$ г/л. Найдите концентрацию атомов азота в смеси.

ЗАДАЧА 5.

На $P - V$ диаграмме изображен цикл 1-2-3-1, проводимый с одноатомным идеальным газом. Определите коэффициент полезного действия этого цикла



ЗАДАЧА 6.

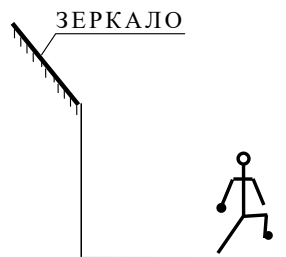
Проводящий шар в вакууме радиуса $R = 10$ см заряжен так, что потенциал электрического поля в шаре на расстоянии $r = 4$ см от центра равен $\varphi = 10$ В. Определите поверхностную плотность заряда, равномерно распределенного на поверхности шара.

ЗАДАЧА 7.

Электрон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям. Скорость электрона $v = 4 \cdot 10^7$ м/с. Индукция магнитного поля равна $B = 10^{-3}$ Тл. Чему равно ускорение электрона в магнитном поле?

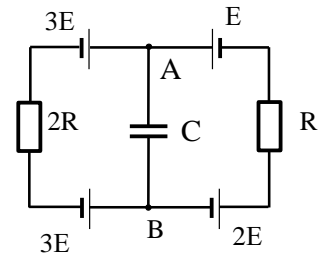
ЗАДАЧА 8.

Постройте изображение человека в плоском зеркале.



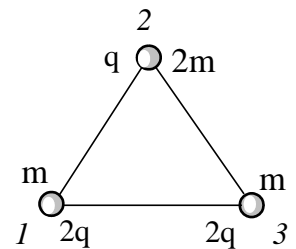
ЗАДАЧА 9.

В схеме, приведенной на рисунке, найдите энергию конденсатора. Параметры элементов схемы, изображенных на рисунке, считать известными. Внутренним сопротивлением источников тока пренебречь.



ЗАДАЧА 10.

На горизонтальной поверхности расположены три маленьких одноименно заряженных шарика, заряды которых равны $2q$, q , $2q$, а массы m , $2m$, m . Шарика соединены невесомыми, нерастяжимыми и непроводящими нитями длины L каждая так, что нити образуют равносторонний треугольник. Нить между шариками 1 и 3 пережигают. Пренебрегая гравитационным взаимодействием между шариками и силами трения, найдите максимальную скорость шарика 2.



Второй (заключительный) этап академического соревнования

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

весна 2017 г.

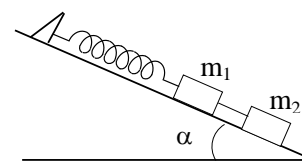
Вариант № 31

ЗАДАЧА 1.

За время $t = 40$ с тело прошло путь $S = 500$ м, причём его скорость увеличилась в $n = 5$ раз. Считая движение равноускоренным с начальной скоростью, определите величину ускорения тела.

ЗАДАЧА 2.

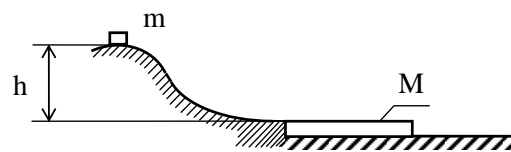
Бруски массами $m_1 = m$ и $m_2 = 4m$ соединены лёгкой нитью и прикреплены с помощью невесомой пружины к упору А, закреплённому на гладкой наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения нити, если система покоится.



Найдите ускорение (направление и модуль бруска массой m_1 сразу после пережигания нити.

ЗАДАЧА 3.

Небольшая шайба массы m без начальной скорости соскальзывает с гладкой горки высотой $h = 5$ м и попадает на доску массы $M = 3m$, лежащую



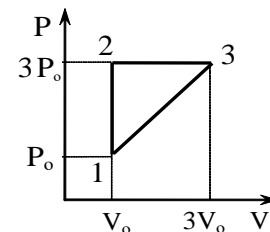
у основания горки на гладкой горизонтальной плоскости, как показано на рисунке. Вследствие трения между шайбой и доской шайба останавливается через время $\Delta t = 2,5$ с, не достигнув края доски. Определите коэффициент трения μ между шайбой и доской. Принять ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

ЗАДАЧА 4.

Плотность смеси водорода и аргона при нормальных условиях $\rho = 0,80$ г/л. Найдите концентрацию атомов водорода в смеси.

ЗАДАЧА 5.

На $P - V$ диаграмме изображен цикл 1-2-3-1, проводимый с одноатомным идеальным газом. Определите коэффициент полезного действия этого цикла.



ЗАДАЧА 6.

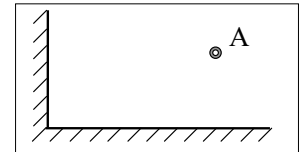
Проводящий шар в вакууме радиуса $R = 10$ см заряжен так, что потенциал электрического поля в шаре на расстоянии $r = 3$ см от центра равен $\varphi = 10$ В. Определите поверхностную плотность заряда, равномерно распределенного на поверхности шара.

ЗАДАЧА 7.

Протон и электрон, двигаясь с одинаковыми скоростями, попадают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны вектору их скорости. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона R_1 больше радиуса кривизны траектории электрона R_2 ?

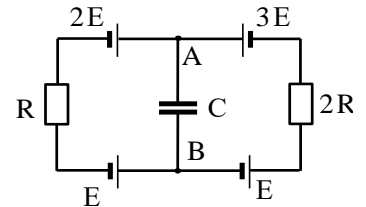
ЗАДАЧА 8.

Постройте все изображения светящейся точки A в двух взаимно перпендикулярных плоских зеркалах.



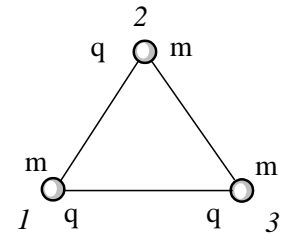
ЗАДАЧА 9.

В схеме, приведенной на рисунке, найдите энергию конденсатора. Параметры элементов схемы, изображенных на рисунке, считать известными. Внутренним сопротивлением источников тока пренебречь.



ЗАДАЧА 10.

На горизонтальной поверхности расположены три одинаковых одноименно заряженных шарика, заряд каждого из которых равен q , а масса m . Шары соединены невесомыми, нерастяжимыми и непроводящими нитями длины L каждая так, что нити образуют равносторонний треугольник. Нить между шариками 1 и 2 пережигают.



Пренебрегая гравитационным взаимодействием между шариками и силами трения, найдите максимальную скорость шарика 3.

Второй (заключительный) этап академического соревнования

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

весна 2017 г.

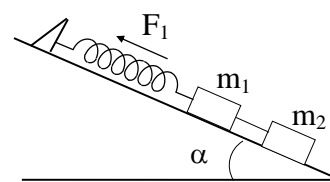
Вариант № 32

ЗАДАЧА 1.

За время $t = 10$ с тело прошло путь $S = 250$ м, причём его скорость увеличилась в $n = 4$ раза. Считая движение равноускоренным с начальной скоростью, определите величину ускорения тела.

ЗАДАЧА 2.

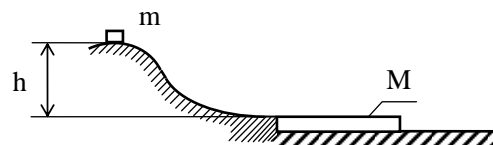
Бруски массами $m_1 = 4m$ и $m_2 = m$ соединены лёгкой нитью и прикреплены с помощью невесомой пружины к упору А, закреплённому на гладкой наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения нити, если система покоится.



Найдите ускорение (направление и модуль бруска массой m_1 сразу после пережигания нити.

ЗАДАЧА 3.

Небольшая шайба массы m без начальной скорости соскальзывает с гладкой горки высотой $h = 5$ м и попадает на доску массы $M = 4m$, лежащую у основания горки на гладкой горизонтальной плоскости,



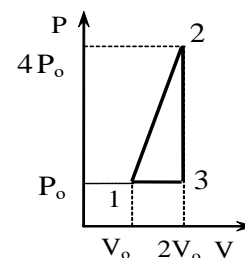
как показано на рисунке. Вследствие трения между шайбой и доской шайба останавливается через время $\Delta t = 2,0$ с, не достигнув края доски. Определите коэффициент трения μ между шайбой и доской. Принять ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

ЗАДАЧА 4.

Плотность смеси водорода и аргона при нормальных условиях $\rho = 0,80$ г/л. Найдите концентрацию атомов аргона в смеси.

ЗАДАЧА 5.

На $P - V$ диаграмме изображен цикл 1-2-3, проводимый с одноатомным идеальным газом. Определите коэффициент полезного действия этого цикла.



ЗАДАЧА 6.

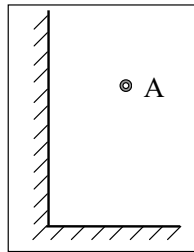
Проводящий шар в вакууме радиуса $R = 5$ см заряжен так, что потенциал электрического поля в шаре на расстоянии $r = 2$ см от центра, равен $\varphi = 10$ В. Определите поверхностную плотность заряда, равномерно распределенного на поверхности шара.

ЗАДАЧА 7.

Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 300$ В, влетает в магнитное поле с индукцией $B = 0,01$ Тл и движется по окружности. Определите радиус этой окружности.

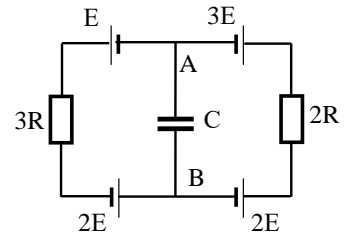
ЗАДАЧА 8.

Постройте все изображения светящейся точки A в двух взаимно перпендикулярных плоских зеркалах.



ЗАДАЧА 9.

В схеме, приведенной на рисунке, найдите энергию конденсатора. Параметры элементов схемы, изображенных на рисунке, считать известными. Внутренним сопротивлением источников тока пренебречь.



ЗАДАЧА 10.

На горизонтальной поверхности расположены три маленьких одноименно заряженных шарика, заряды которых равны q , $2q$, q , а массы m , $3m$, m . Шары соединены невесомыми, нерастяжимыми и непроводящими нитями длины L каждая так, что нити образуют равносторонний треугольник. Нить между шариками 1 и 3 пережигают. Пренебрегая гравитационным взаимодействием между шариками и силами трения, найдите максимальную скорость шарика 2.

