



УТВЕРЖДАЮ

Ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана

А. А. Александров

2015 г.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП АКАДЕМИЧЕСКОГО СОРЕВНОВАНИЯ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ» ПО ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОМУ ПРЕДМЕТУ «ФИЗИКА» ТИПОВОЙ ВАРИАНТ

ЗАДАЧА 1. (8 баллов)

Камень, брошенный под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту, дважды был на одной высоте спустя время $t_1=1$ с и $t_2=3$ с после начала движения. Определите начальную скорость камня.

ЗАДАЧА 2. (8 баллов)

Перед остановкой лифта, движущегося вверх, модуль его скорости уменьшается за каждую секунду на $0,8$ м/с. С какой силой давит на пол лифта груз массы 100 кг?

ЗАДАЧА 3. (10 баллов)

Шарик падает на пол с высоты H и многократно отскакивает от него. Полагая, что при каждом отскоке скорость шарика уменьшается в два раза, определите путь, пройденный шариком от начала падения до остановки. Сопротивлением воздуха пренебречь.

ЗАДАЧА 4. (10 баллов)

Давление идеального газа, участвующего в процесса, в котором $PV^2 = \text{const}$, увеличилось в два раза. Как изменилась при этом температура газа?

ЗАДАЧА 5. (10 баллов)

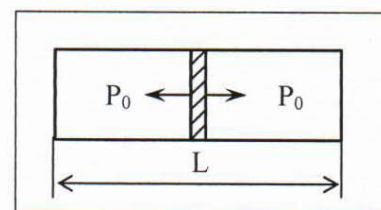
Проводящий незаряженный шар радиуса R находится в вакууме. Определите потенциал в точке A на поверхности шара, если в точке M , находящейся на расстоянии $2R$ от центра шара, поместить точечный заряд Q .

ЗАДАЧА 6. (10 баллов)

Два маленьких шарика, массы которых $m_1=m$ и $m_2=2m$, заряженных одноименными зарядами, соединены невесомой нитью длины L . В равновесии сила натяжения нити равна F . Определите максимальное значение модуля скорости первого шарика после того, как нить пережигают. Гравитационное взаимодействие не учитывать.

ЗАДАЧА 7. (10 баллов)

Поршень находится в гладком цилиндрическом сосуде сечения S , расположенном горизонтально. По обе стороны от поршня находится газ с давлением p_0 . Поршень расположен посередине сосуда, длина которого L . Определите массу поршня, если известен период малых колебаний поршня T относительно положения равновесия. Процесс в газе считать изотермическим.



ЗАДАЧА 8. (10 баллов)

В системе отсчета, относительно которой прямоугольный треугольник покоится, длина его гипотенузы равна $L_0=1$ м, а угол между катетом b и гипотенузой $\alpha=30^\circ$. Определите длину гипотенузы этого треугольника в системе отсчета, относительно которой треугольник движется вдоль катета b с релятивистской скоростью $v=1,5 \cdot 10^8$ м/с.

ЗАДАЧА 9. (12 баллов)

Радиус первой боровской орбиты электрона в атоме водорода $r_1=0,53 \cdot 10^{-10}$ м. Определите полную энергию электрона в этом состоянии в электрон-вольтах.

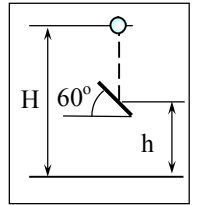
ЗАДАЧА 10. (12 баллов)

Частица имеет форму шарика и поглощает весь падающий на нее свет. Определите радиус частицы, при котором гравитационное притяжение ее к Солнцу на любом расстоянии будет компенсироваться силой светового давления. Мощность светового излучения Солнца $W=4 \cdot 10^{26}$ Вт, плотность материала частицы $\rho=1$ г/см³, масса Солнца $M=2 \cdot 10^{30}$ кг.

ВАРИАНТ № 19

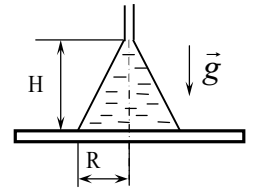
ЗАДАЧА 1

Маленький шарик падает с высоты $H = 2$ м без начальной скорости и встречает на своём пути закреплённую площадку, наклонённую под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Найдите высоту h , на которой надо поместить площадку, чтобы полное время движения шарика до земли было максимальным. Удар шарика о площадку считать абсолютно упругим. Сопротивление воздуха не учитывать.



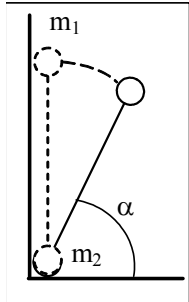
ЗАДАЧА 2.

Тонкостенная коническая воронка плотно лежит на горизонтальном столе. Через отверстие в тонкой трубке в воронку наливают жидкость плотности ρ . Когда жидкость заполнит всю коническую полость воронки, она приподнимает воронку и начинает вытекать из под неё. Определите массу воронки, если радиус её основания равен R , а высота конической части H .

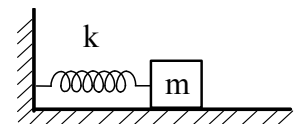


ЗАДАЧА 3.

Два маленьких шарика, соединены жестким невесомым стержнем и размещены вертикально в углу, образованном гладкими плоскостями. Масса верхнего шарика $m_1 = 1$ кг, масса нижнего шарика $m_2 = 2$ кг. Гантель начинает движение из вертикального положения без начальной скорости. Определите силу, действующую на вертикальную стенку



со стороны падающей гантели, когда угол между осью гантели и горизонтальной поверхностью станет равным $\alpha = 60^\circ$. Силами трения пренебречь.



ЗАДАЧА 4.

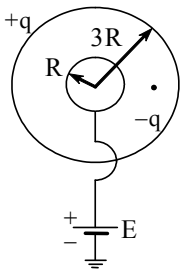
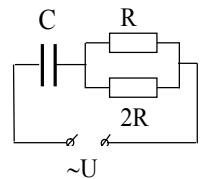
На горизонтальной плоскости лежит брусок массы m , соединенный горизонтальной недеформированной невесомой пружиной жесткости k с вертикальной стенкой. Брусок сместили так, что пружина растянулась на x_0 , а затем отпустили. Определите коэффициент трения между бруском и поверхностью, если известно число колебаний N , которое совершил брусок до остановки.

ЗАДАЧА 5.

Тонкая собирающая линза даёт четкое изображение предмета на экране при двух положениях линзы между предметом и экраном. Расстояние между предметом и экраном неизменно. Высота первого изображения равна H_1 , второго - H_2 . Чему равна высота предмета?

ЗАДАЧА 6.

Конденсатор C , соединенный последовательно с резисторами, подключили к источнику переменного напряжения с амплитудным значением U_0 и круговой частотой ω . При каком значении сопротивления R резистора в цепи будет выделяться максимальная тепловая мощность?



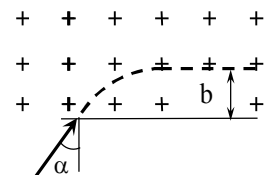
ЗАДАЧА 7.

В системе, состоящей из двух концентрических проводящих сфер радиусами R и $3R$, внутренняя сфера соединена с землей через источник ЭДС, равной E . Заряд внешней сферы равен $+q$. На расстоянии $2R$ от центра системы находится точечный заряд $-q$. Зная величины q , E , R , определите заряд внутренней сферы. Потенциал земли принять

равным нулю

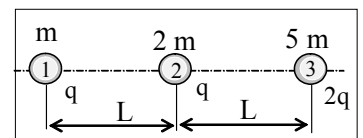
ЗАДАЧА 8.

При освещении металлической пластины с работой выхода A светом длиной волны λ , вылетающий электрон попадает в однородное магнитное поле с индукцией B . Направление скорости электрона перпендикулярно линиям индукции поля. Определите максимальную глубину b проникновения электрона в область магнитного поля, если угол падения электрона на границу области, занятой магнитным полем $\alpha = 30^\circ$.



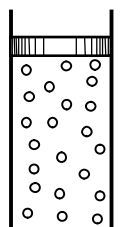
ЗАДАЧА 9.

Три маленьких шарика, массы которых равны m , $2m$, и $5m$, имеют электрические заряды q , q и $2q$ соответственно и расположены вдоль одной прямой, как показано на рисунке. Вначале расстояние между соседними шариками равно L , а сами шарики закреплены неподвижно. Затем шарики отпускают. Найдите скорость каждого шарика, когда они будут находиться на большом удалении друг от друга. Считайте, что при разлете шарика все время остаются на одной прямой.



ЗАДАЧА 10.

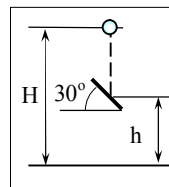
Тяжёлый поршень плотно закрывает вертикальный сосуд с гладкими стенками, внутри которого находится гелий при постоянной температуре T . Газ просачивается через маленькое сквозное отверстие в поршне, и поршень медленно опускается со скоростью v_0 (размер отверстия меньше длины свободного пробега молекул газа). Давление снаружи постоянное. Во сколько раз увеличится скорость поршня, если температуру гелия увеличить в два раза?



ВАРИАНТ № 21

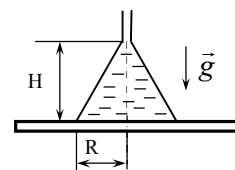
ЗАДАЧА 1.

Маленький шарик падает с высоты $H = 5$ м без начальной скорости и встречает на своём пути закреплённую площадку, наклонённую под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Найдите высоту h , на которой надо поместить площадку, чтобы полное время движения шарика до



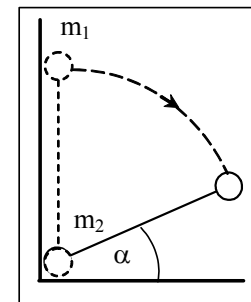
земли было максимальным. Удар шарика о площадку считать абсолютно упругим. Сопротивление воздуха не учитывать.

ЗАДАЧА 2. Тонкостенная коническая воронка массы m плотно лежит на горизонтальном столе. Через отверстие в тонкой трубке в воронку наливают жидкость. Когда жидкость заполнит всю коническую полость воронки, она приподнимает воронку и начинает вытекать из под неё. Определите плотность жидкости, если радиус основания конуса равен R , а высота конической части равна H .

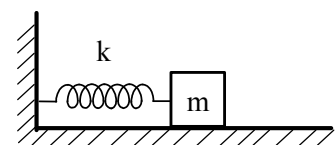


ЗАДАЧА 3.

Два маленьких шарика, соединены жестким невесомым стержнем и размещены вертикально в углу, образованном гладкими плоскостями. Масса верхнего шарика $m_1 = 2$ кг, масса нижнего шарика $m_2 = 4$ кг. Гантель начинает движение из вертикального положения без начальной скорости. Определите силу, действующую на вертикальную стенку со стороны падающей гантели, когда угол между осью гантели и горизонтальной поверхностью станет равным $\alpha = 30^\circ$. Силами трения пренебречь.



ЗАДАЧА 4.

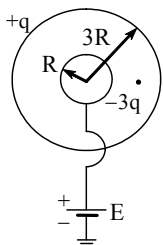
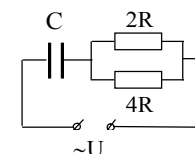


На горизонтальной плоскости лежит брусок массой m , соединенный горизонтальной недеформированной невесомой пружиной жесткости k с вертикальной стенкой. Брусок сместили так, что пружина растянулась на x_0 , а затем отпустили. Определите величину x_0 , если коэффициент трения между бруском и поверхностью равен μ и известно число колебаний N , которое совершил брусок до остановки.

ЗАДАЧА 5.

Тонкая собирающая линза дает четкое изображение предмета на экране при двух положениях линзы между предметом и экраном. При первом положении линзы линейное увеличение линзы равно Γ_1 . Найдите линейное увеличение линзы при втором положении, если расстояние между предметом и экраном неизменно?

ЗАДАЧА 6. Конденсатор C , соединенный последовательно с резисторами, подключили к источнику переменного напряжения с амплитудным значением U_0 и круговой частотой ω . При каком значении сопротивления R резистора в цепи будет выделяться максимальная тепловая мощность?

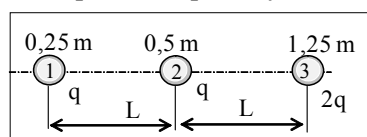
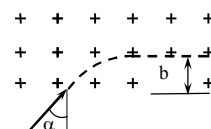


ЗАДАЧА 7.

В системе, состоящей из двух концентрических проводящих сфер радиусами R и $3R$, внутренняя сфера соединена с землей через источник ЭДС, равной E . Заряд внешней сферы равен $+q$. На расстоянии $2R$ от центра системы находится точечный заряд $-3q$. Зная величины q , E , R , определите заряд внутренней сферы. Потенциал земли принять равным нулю.

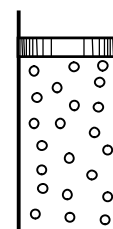
ЗАДАЧА 8.

При освещении металлической пластины с работой выхода A светом с частотой ν , вылетающий электрон попадает в однородное магнитное поле с индукцией B . Направление скорости электрона перпендикулярно линиям индукции поля. Определите максимальную глубину b проникновения электрона в область магнитного поля, если угол падения электрона на границу области, занятой магнитным полем $\alpha = 30^\circ$.



ЗАДАЧА 9.

Три маленьких шарика, массы которых равны 0.25 м, $0,5$ м, и $1,25$ м, имеют электрические заряды q , q и $2q$ соответственно, и расположены вдоль одной прямой, как показано на рисунке. Вначале расстояние между соседними шариками равно L , а сами шарикки закреплены неподвижно. Затем шарикки отпускают. Найдите скорость каждого шарика, когда они будут находиться на большом удалении друг от друга. Считайте, что при разлёте шарикки все время остаются на одной прямой.



ЗАДАЧА 10. Тяжёлый поршень плотно закрывает вертикальный сосуд с гладкими стенками, внутри которого находится гелий при постоянной температуре T . Газ просачивается через маленькое сквозное отверстие в поршне, и поршень медленно опускается со скоростью v_0 (размер отверстия меньше длины свободного пробега молекул газа). Давление снаружи постоянное. Найдите скорость поршня v , если вместо гелия в сосуде будет аргон?