

## Задание для 10-х – 11-х классов

### Вариант 1.

**1.1.1.** Как определяется вектор перемещения материальной точки? Каковы его проекции на координатные оси?

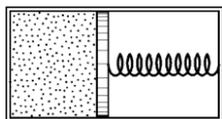
**Задача.** Мальчик стреляет маленьким шариком из закрепленной игрушечной пушки, стараясь попасть в цель, находящуюся на расстоянии  $L = 10$  м по горизонтали от пушки и на некоторой высоте выше нее, причем шарик вылетает из ствола пушки с фиксированной начальной скоростью. Мальчик экспериментально определил, что попасть в цель можно, установив ствол пушки под единственно возможным углом  $\alpha_0 = 67,5^\circ$  к горизонту. На какой высоте  $H$  находится цель? Сопротивлением воздуха и размерами пушки можно пренебречь. Ответ приведите в метрах, округлив до целых.

Для Вашего удобства здесь  
оставлены только задания.

Файл с решениями также  
выложен в сети Интернет.

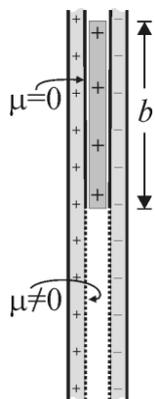
**2.4.1.** Сформулируйте основные положения молекулярно-кинетической теории. Каковы по порядку величины масса и размеры молекул?

**Задача.** Гладкий поршень делит на две части закрытый с двух сторон цилиндр, лежащий горизонтально. В левой части цилиндра находится идеальный одноатомный газ, а в правой – вакуум и упирающаяся в поршень пружина, причем ее длина в недеформированном состоянии равна расстоянию между внутренними сторонами торцевых стенок цилиндра за вычетом толщины поршня. В начальном состоянии объем газа равен  $V_1 = 1$  л, а давление равно  $p_1 = 10^5$  Па. Определите количество теплоты  $Q$ , которое нужно передать газу, чтобы его объем увеличился в  $n = 2$  раза.



**3.9.1.** Дайте определение напряженности электрического поля. Сформулируйте принцип суперпозиции электрических полей.

**Задача.** Две тонкие непроводящие плиты большого размера расположены вертикально и закреплены параллельно друг другу. Верхняя часть боковых сторон плит, обращенных друг к другу, гладкая, а нижняя – шероховатая. Стороны плит, обращенные друг к другу, равномерно заряжены равными по модулю и противоположными по знаку зарядами с поверхностной плотностью  $\sigma$  мкКл/м<sup>2</sup>.



В зазор между плитами помещена равномерно заряженная диэлектрическая пластинка массой  $m = 50$  г и длиной  $b = 10$  см, несущая заряд  $q = 0,3$  мкКл. Толщина пластинки чуть меньше ширины зазора между плитами. Пластинку отпускают без начальной скорости из положения, при котором ее нижний край находится на границе шероховатой части плит (см. рисунок). С какой скоростью  $v$  будет двигаться пластинка в тот момент, когда она окажется целиком между шероховатой частью боковых плит? Коэффициент трения между пластинкой и плитами в их шероховатой части  $\mu = 0,25$ . Электрическую постоянную примите равной  $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$  Ф/м, а ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Поляризационными эффектами можно пренебречь.

**4.8.1.** Какие линзы называются тонкими? Дайте определения фокусного расстояния и оптической силы тонкой линзы.

**Задача.** Тонкая собирающая плосковыпуклая линза с радиусом кривизны сферической поверхности  $R$  изготовлена из стекла с абсолютным показателем преломления  $n$  и размещена в воздухе так, что её плоская поверхность параллельна экрану, находящемуся от неё на расстоянии  $L$ . На сферическую поверхность линзы падает узкий параллельный пучок света, ось симметрии которого совпадает с главной оптической осью линзы. Определите абсолютный показатель преломления  $n_1$  прозрачного вещества, которым следует заполнить пространство между линзой и экраном, чтобы диаметр светлого пятна от прошедшего через линзу света на экране не изменился.

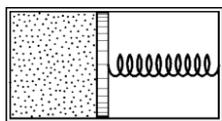
## Вариант 2.

**1.1.2.** Дайте определение скорости материальной точки. Сформулируйте закон сложения скоростей.

**Задача.** Мальчик стреляет маленьким шариком из закрепленной игрушечной пушки, стараясь попасть в цель, находящуюся на расстоянии  $L = 10$  м по горизонтали от пушки и на некоторой высоте выше нее, причем шарик вылетает из ствола пушки с фиксированной начальной скоростью. Мальчик экспериментально определил, что попасть в цель можно, установив ствол пушки под единственно возможным углом  $\alpha_0 = 67,5^\circ$  к горизонту. Каково время  $\tau$  полета шарика от момента выстрела до момента попадания в цель? Сопротивлением воздуха и размерами пушки можно пренебречь. Модуль ускорения свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Ответ приведите в секундах, округлив до сотых.

**2.4.2.** Дайте определение идеального газа. Запишите основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.

**Задача.** На горизонтальном столе лежит цилиндр, герметично закрытый с обоих концов. Внутри цилиндра находится гладкий поршень, который делит цилиндр на две части. В левой части цилиндра находится  $\nu = 1$  моль идеального одноатомного газа, а в правой – вакуум и упирающаяся в поршень пружина, причем ее длина в недеформированном состоянии равна расстоянию между внутренними сторонами торцевых стенок цилиндра за вычетом толщины поршня. В начальном состоянии температура газа равна  $T_1 = 300$  К. Определите количество теплоты  $Q$ , которое нужно передать газу, чтобы его температура увеличился в  $m = 2$  раза. Универсальную газовую постоянную примите равной  $R = 8,3$  Дж/(моль·К).



**3.9.2.** Как определяется потенциал электростатического поля? Какова связь разности потенциалов с напряженностью однородного электростатического поля?

**Задача.** Два одинаковых прямоугольных пластмассовых бруска связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через легкий блок. Правый брусок находится вплотную к вертикальной непроводящей стенке, имеющей гладкие и шероховатый участки, причем длина шероховатого участка совпадает с длиной бруска. Левая сторона стенки равномерно заряжена положительным зарядом с поверхностной плотностью  $\sigma = 60$  мкКл/м<sup>2</sup>, а правая грань правого бруска равномерно заряжена отрицательным зарядом, модуль которого  $q = 1$  мкКл. В исходном положении системы, показанном на рисунке, верхний край правого бруска находится у нижней границы шероховатой части стенки. Какова масса  $\Delta m$  дополнительного грузика, который следует аккуратно положить на левый брусок, чтобы правый брусок, проскользив по шероховатой части стенки, остановился в таком положении, что его верхний край совпал с верхним краем шероховатой части? Коэффициент трения между бруском и стенкой в ее шероховатой части  $\mu = 0,18$ .

Электрическую постоянную примите равной  $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$  Ф/м, а ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Поляризационными эффектами можно пренебречь.

**4.8.2.** Запишите формулу тонкой линзы и поясните смысл входящих в эту формулу величин. Как определяется увеличение, даваемое линзой?

**Задача.** Тонкая собирающая плосковыпуклая линза изготовлена из стекла с абсолютным показателем преломления  $n$  и размещена в воздухе так, что её плоская поверхность параллельна экрану, находящемуся от неё на расстоянии  $L$ . На сферическую поверхность линзы падает узкий параллельный пучок света, ось симметрии которого совпадает с главной оптической осью линзы. Определите радиус кривизны  $R$  сферической поверхности линзы, если при заполнении пространства между линзой и экраном прозрачным веществом с абсолютным показателем преломления  $n_1$  диаметр светлого пятна от прошедшего через линзу света на экране не изменяется.

### Вариант 3.

**1.1.3.** Запишите формулы для дальности и высоты полета тела, брошенного под углом к горизонту.

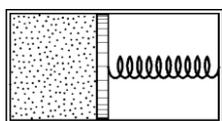
**Задача.** Мальчик стреляет маленьким шариком из закрепленной игрушечной пушки, стараясь попасть в цель, находящуюся на некотором расстоянии от пушки по горизонтали и на высоте  $H = 10$  м выше нее, причем шарик вылетает из ствола пушки с фиксированной начальной скоростью. Мальчик экспериментально определил, что попасть в цель можно, установив ствол пушки под единственно возможным углом  $\alpha_0 = 67,5^\circ$  к горизонту. Каково расстояние  $L$  от пушки до цели по горизонтали? Сопротивлением воздуха и размерами пушки можно пренебречь. Ответ приведите в метрах, округлив до целых.

Для Вашего удобства здесь  
оставлены только задания.

Файл с решениями также  
выложен в сети Интернет.

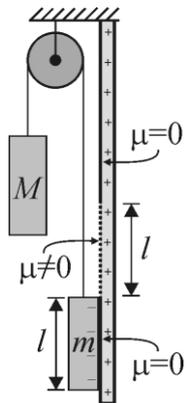
**2.4.3.** Запишите уравнение Менделеева–Клапейрона (уравнение состояния идеального газа). Что такое абсолютная температурная шкала?

**Задача.** Герметично закрытый с обоих концов цилиндр закреплен горизонтально. Находящийся внутри цилиндра гладкий поршень делит цилиндр на две части. В левой части цилиндра находится  $\nu = 2$  моля идеального одноатомного газа, а в правой – вакуум и упирающаяся в поршень пружина, причем ее длина в недеформированном состоянии равна расстоянию между внутренними сторонами торцевых стенок цилиндра за вычетом толщины поршня. В начальном состоянии температура газа равна  $T_1 = 300$  К. Определите количество теплоты  $Q$ , которое нужно передать газу, чтобы его давление увеличилось в  $n = 2$  раза. Универсальную газовую постоянную примите равной  $R = 8,3$  Дж(моль·К).



**3.9.3.** Что такое сила трения покоя и сила трения скольжения? Дайте определение коэффициента трения.

**Задача.** Два прямоугольных пластмассовых бруска массами  $M = 140$  г и  $m = 110$  г связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через легкий блок. Правый брусок находится вплотную к вертикальной непроводящей стенке, имеющей гладкие и шероховатый участки, причем длина шероховатого участка совпадает с длиной бруска  $l = 5$  см. Левая сторона стенки равномерно заряжена положительным зарядом с поверхностной плотностью  $\sigma = 30$  мкКл/м<sup>2</sup>, а правая грань правого бруска равномерно заряжена отрицательным зарядом, модуль которого  $q = 0,6$  мкКл. В исходном положении системы, показанном на рисунке, верхний край правого бруска находится у нижней границы шероховатой части стенки. С какой по модулю скоростью  $v$  будут двигаться бруски в тот момент, когда правый брусок, проскользив по шероховатой части стенки, окажется целиком на гладкой ее части? Коэффициент трения между бруском и стенкой в ее шероховатой части  $\mu = 0,5$ .



Электрическую постоянную примите равной  $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$  Ф/м, а ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Поляризационными эффектами можно пренебречь.

**4.8.3.** Сформулируйте законы преломления света. Что такое абсолютный и относительный показатели преломления?

**Задача.** Тонкая собирающая плосковыпуклая линза с радиусом кривизны сферической поверхности  $R$  изготовлена из стекла с абсолютным показателем преломления  $n$  и размещена в воздухе так, что её плоская поверхность параллельна экрану, находящемуся от неё на некотором расстоянии  $L$ . На сферическую поверхность линзы падает узкий параллельный пучок света, ось симметрии которого совпадает с главной оптической осью линзы. Определите  $L$ , если при заполнении пространства между линзой и экраном прозрачным веществом с абсолютным показателем преломления  $n_1$  диаметр светлого пятна от прошедшего через линзу света на экране не изменяется.