Оглавление

От авторов 5

Глава I. Теоретический материал для подготовки к ОГЭ 6
§ 1. Механические явления 6
1.1. Кинематика 6
1.2. Динамика 8
1.3. Законы сохранения в механике 10
1.4. Статика. Простые механизмы 11
1.5. Гидростатика 11
1.6. Механические колебания и волны 12
§ 2. Тепловые явления 13
§ 3. Электромагнитные явления 14
3.1. Электризация тел 14
3.2. Постоянный ток 15
3.3. Магнитное поле. Электромагнитная индукция 16
3.4. Электромагнитные колебания и волны 17
§ 4. Элементы оптики 17
§ 5. Квантовая физика 18
§ 6. Краткие справочные данные 19

Глава II. Тренировочные варианты 21
Инструкция по выполнению работы 21
Вариант № 1 22
Вариант № 2 32
Вариант № 3 41
Вариант № 4 50
Вариант № 5 59
Вариант № 6 67
Вариант № 7 76
Вариант № 8 87
Вариант № 9 97
Вариант № 10 107

Вариант № 11 116
Вариант № 12 125
Вариант № 13 135
Вариант № 14 143
Вариант № 15 151
Вариант № 16 159
Вариант № 17 167
Вариант № 18 175
Вариант № 19 183
Вариант № 20 192
Вариант № 21 201
Вариант № 22 210
Вариант № 23 220
Вариант № 24 230
Вариант № 25 240
Вариант № 26 250
Вариант № 27 260
Вариант № 28 268
Вариант № 29 276
Вариант № 30 284

Примеры выполнения заданий с развёрнутым ответом 293

Ответы 362

Глава I. Теоретический материал для подготовки к ОГЭ

§ 1. Механические явления

1.1. Кинематика

Механическим движением называется изменение положения тела в пространстве относительно других тел. *Траекторией* называется непрерывная линия, которая соединяет последовательные положения тела в близкие промежутки времени. *Путь* — это длина траектории.

Перемещение — это вектор, соединяющий начальное и конечное положения тела и направленный из начального положения в конечное.

Движение, при котором скорость тела со временем не изменяется, называется *равномерным*, а если она изменяется — то *неравномерным*.

Скоростью равномерного прямолинейного движения называется отношение перемещения ко времени, за которое это перемещение произошло:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{t}.$$

Средней скоростью неравномерного движения называется отношение всего пройденного пути ко времени, за которое этот путь пройден (иногда эту скорость называют средней путевой скоростью):

$$v_{\text{ср.}} = \frac{S}{t}.$$

Мгновенной скоростью называют скорость в каждой конкретной точке траектории в соответствующий момент времени.

Ускорением называют отношение изменения скорости ко времени, за которое это изменение произошло:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v_0}}{t}.$$

Движение, при котором ускорение тела со временем не изменяется, называется *равноускоренным*.

Зависимость координаты от времени при равноускоренном движении имеет вид:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Если при своём движении точка не меняет своего направления движения на противоположное, то путь, пройденный точкой,

$$S = S_0 + v_{0x}t \pm \frac{a_x t^2}{2}.$$

Зависимость мгновенной скорости от времени при равноускоренном движении имеет вид:

$$v_x = v_{0x} + at.$$

Часто удобной формулой выражается связь скорости с ускорением и координатами движения:

$$v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a(x_2 - x_1),$$

$$S = \frac{v_{2x}^2 - v_{1x}^2}{2a_x}.$$

Свободным падением называется движение тела под действием только одной силы — силы тяжести.

Свободное падение происходит с ускорением свободного падения.

При равномерном движении по окружности *линейная скорость* тела v постоянна по модулю и меняется по направлению в каждой точке. Вследствие этого возникает *центростремительное ускорение*, направленное вдоль радиуса окружности R к её центру:

$$a = \frac{v^2}{R}.$$

Движение по окружности характеризуется периодом обращения T и частотой ν.

Периодом называется промежуток времени, в течение которого тело совершает один полный оборот. *Частотой* называется число оборотов за период. Между ними имеется связь:

$$T = \frac{1}{\nu}.$$

За один период T тело, движущееся по окружности радиусом R, пройдёт расстояние $2\pi R$. Отсюда линейная скорость

$$v = \frac{2\pi R}{T}.$$

Угловой скоростью называют отношение угла поворота при равномерном движении материальной точки по кругу к промежутку времени, за который этот поворот был осуществлён.

$$\omega = \frac{2\pi}{T}.$$

Связь между линейной скоростью и угловой скоростью равномерного движения по окружности радиусом R определяется формулой

$$v = \omega R.$$

1.2. Динамика

Инерцией называется явление равномерного прямолинейного движения тела, если действие всех других тел на это тело уравновешено.

Первый закон Ньютона можно сформулировать следующим образом:
тело движется равномерно и прямолинейно или покоится, если действие на него всех других тел уравновешено.

Причиной ускорения всех тел является их неуравновешенное взаимодействие с другими телами. Количественной мерой взаимодействия является *сила*. Если на тело действует несколько сил, то вводится понятие *равнодействующей*.

Равнодействующей нескольких сил называют такую силу, которая производит такое же действие, как и несколько сил.

Каждому телу присуща *инертность* — свойство уравновешенного тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.

Мерой инертности является *масса*:

$$m = \rho \cdot V,$$

где ρ — плотность тела, V — его объём.

Второй закон Ньютона:
ускорение, сообщаемое телу внешними силами, прямо пропорционально равнодействующей силе и обратно пропорционально массе этого тела:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{\text{р}}}{m}.$$

Отсюда следует, что сила, действующая на тело, равна произведению массы этого тела на сообщаемое этой силой ускорение:

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

При взаимодействии двух тел силы всегда возникают попарно. Эти силы описываются третьим законом Ньютона.

Третий закон Ньютона:
силы, с которыми взаимодействуют два тела, равны по модулю, противоположны по направлению и направлены вдоль линии, соединяющей эти тела.

Закон всемирного тяготения формулируется следующим образом: все тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

Сила тяжести — это гравитационная сила, с которой все тела притягиваются к планетам или звёздам (в том числе и к Земле). Для расчёта силы тяжести используют следующую формулу:

$$F = mg.$$

Существует три вида сил трения: сила трения покоя, сила трения скольжения и сила трения качения.

Сила трения покоя возникает при попытке сдвинуть одно тело относительно другого до момента начала скольжения одного тела по поверхности другого и полностью компенсирует силу, приложенную к телу.

Сила трения скольжения возникает при скольжении одного тела по поверхности другого. Существует формула для расчёта силы трения скольжения:

$$F_{\text{тр.}} = \mu N.$$

В этой формуле через N обозначена сила реакции опоры, μ — коэффициент трения скольжения.

Сила трения возникает и при качении тела. При этом *сила трения качения* намного меньше силы трения скольжения, что широко используется в практике.

Сила упругости возникает при деформации тел вследствие взаимодействия его с другими телами. При упругих деформациях выполняется *закон Гука*:
при небольших деформациях сила упругости прямо пропорциональна деформации тела:

$$F_{\text{упр.}} = k|x|.$$

Здесь k — жёсткость тела, x — абсолютная деформация (удлинение) тела.

1.3. Законы сохранения в механике

Импульсом тела называют векторную величину, равную произведению массы этого тела m на его скорость v:

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

Замкнутой системой тел называют систему тел, которые взаимодействуют только между собой.

Для такой системы тел справедлив *закон сохранения импульса*: в замкнутой системе тел векторная сумма импульсов тел системы остаётся постоянной при любых изменениях внутри этой системы.

Работой постоянной силы называют физическую величину, равную произведению модуля силы F на модуль перемещения S и на косинус угла между направлением перемещения и направлением действия силы:

$$A = FS\cos\alpha.$$

Мощностью называют работу, произведённую в единицу времени:

$$N = \frac{A}{t}.$$

Энергию, обусловленную движением тел, называют *кинетической энергией*. Для расчёта кинетической энергии поступательного движения тела существует формула

$$E_{\text{кин.}} = \frac{mV^2}{2}.$$

Здесь m — масса тела, V — его скорость.

Энергию, связанную с взаимным расположением тел или частей одного тела, называют *потенциальной энергией*. Формула для расчёта потенциальной энергии взаимодействия тела с Землёй имеет вид:

$$E_{\text{пот.}} = mgh.$$

Здесь m — масса тела, g — ускорение свободного падения, h — высота относительно выбранного нулевого уровня.

Формула для расчёта потенциальной энергии упругой деформации тела имеет вид:

$$E_{\text{кин.}} = \frac{kx^2}{2}.$$

Здесь k — жёсткость пружины, x — величина удлинения (или сжатия) пружины.

Закон сохранения механической энергии:
в замкнутой системе полная механическая энергия остаётся постоянной, если отсутствуют силы трения, сопротивления, то есть силы, действие которых приводит к рассеянию энергии.

1.4. Статика. Простые механизмы

Рычаг — стержень, который может вращаться вокруг неподвижной оси. Условие равновесия рычага имеет вид:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}.$$

Здесь F — силы, l — плечи этих сил. Следовательно, рычаг даёт выигрыш в силе, если его плечи разновеликие.

Величина, равная произведению силы на её плечо, называется просто моментом силы:

$$M = F \cdot l.$$

Условие равновесия рычага:

$$M_1 + M_2 + ... = 0.$$

Неподвижный блок применяется для изменения направления действия силы и выигрыша в силе не даёт. Подвижный блок даёт выигрыш в силе в два раза, но при этом мы проигрываем в расстоянии.

Наклонная плоскость даёт выигрыш в силе во столько раз, во сколько длина наклонной плоскости больше её высоты.

Коэффициент полезного действия механизма — это отношение полезной работы к затраченной, т. е.

$$\nu = \frac{A_n}{A_3}.$$

1.5. Гидростатика

Давлением называют физическую величину, равную отношению модуля силы F к площади поверхности S, на которую действует эта сила:

$$p = \frac{F}{S}.$$

Гидростатическое давление внутри жидкости плотностью ρ на глубине h

$$p = \rho g h.$$

Закон Паскаля:
внешнее давление, производимое на жидкость или газ, передаётся по всем направлениям без изменения.

Закон Архимеда:
на тело, погружённое в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, равная весу вытесненной жидкости или газа:

$$F = \rho g V.$$

Здесь V — объём вытесненной жидкости или газа, ρ — плотность жидкости.

1.6. Механические колебания и волны

Механическим колебанием называют движение тела или системы тел, периодически повторяющееся около одного и того же положения — положения равновесия.

Амплитуда колебания (A) — это максимальное смещение колеблющегося тела из положения равновесия.

Период колебаний (T) — это минимальный промежуток времени, по истечении которого колеблющееся тело возвращается в прежнее положение.

Частота колебаний (ν) — это число колебаний за 1 с. Период и частота связаны между собой следующей формулой:

$$T = \frac{1}{\nu}.$$

Период колебаний математического маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Здесь l — длина подвеса маятника.

Период колебаний пружинного маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Здесь m — масса маятника, k — жёсткость пружины маятника.

Механической волной называется процесс распространения колебаний в упругой среде.

Длиной волны называют расстояние, которое проходит волна за период колебаний. Существует связь скорости распространения волны и длины волны:

$$\lambda = v \cdot T,$$

где v — скорость распространения волны, T — период колебания частиц в волне.

§ 2. Тепловые явления

Вещество состоит из химических элементов и химических соединений.

Вещества, состоящие из химических элементов, построены из атомов. Из химических элементов образуются химические соединения — молекулы.

В газах молекулы расположены на расстояниях, превышающих размеры самих молекул, и слабо взаимодействуют друг с другом. В жидкостях молекулы расположены достаточно близко друг к другу, но их расположение неупорядоченно. В твёрдых кристаллических телах молекулы расположены в строгом порядке и совершают колебания около положения равновесия.

Молекулы находятся в непрерывном движении. Об этом свидетельствуют некоторые экспериментальные факты, например диффузия и броуновское движение. *Диффузия* — это взаимное проникновение молекул одного вещества между молекулами другого. *Броуновское движение* — это движение очень мелких частиц вещества под действием ударов молекул жидкости, в которой это вещество растворено.

Температура — это физическая величина, характеризующая тепловое состояние тела. *Тепловое равновесие* — это состояние выравненности температур двух тел, имеющих разную температуру и приведённых в соприкосновение.

Внутренняя энергия — это сумма кинетических энергий движения всех молекул тела и сумма потенциальных энергий взаимодействия этих молекул.

Внутреннюю энергию тела можно изменять двумя независимыми способами: путём теплопередачи и путём совершения работы.

Существуют три вида теплообмена: теплопроводность, конвекция и лучистый обмен. *Теплопроводность* — это обмен тепловой энергией при непосредственном контакте. *Конвекция* — это перенос тепловой энергии путём движения слоёв жидкости или газа. *Лучистый обмен* — это испускание или поглощение тепловой энергии нагретыми телами с помощью излучения.

Энергию, которую получает тело при тепловом обмене без совершения работы, называют *количеством теплоты*.

Количество теплоты, необходимое для нагревания или охлаждения тела, может быть рассчитано по формуле

$$Q = cm(t_2 - t_1).$$

Здесь c — *удельная теплоёмкость* тела — количество теплоты, необходимое для нагревания единицы массы вещества на один градус.

При решении задач на тепловые процессы используется *уравнение теплового баланса*: количество теплоты, отданное при охлаждении, равно количеству теплоты, полученному при нагревании.

Переход вещества из твёрдого состояния в жидкое называется *плавлением*, а обратный процесс — *кристаллизацией*. Расчёт количества теплоты, необходимой для плавления тела, осуществляется по формуле

$$Q = \lambda m.$$

Здесь λ — удельная теплота плавления — количество теплоты, необходимое для плавления единицы массы вещества.

Переход вещества из жидкого состояния в газообразное называется *парообразованием*, а обратный процесс — *конденсацией*. Количество теплоты, необходимое для парообразования жидкости, рассчитывается по формуле

$$Q = Lm.$$

Здесь L — удельная теплота парообразования.

Количество теплоты, выделившееся при сгорании топлива, можно рассчитать по формуле

$$Q = qm,$$

где q — удельная теплота сгорания топлива, m — масса топлива.

§ 3. Электромагнитные явления

3.1. Электризация тел

Электризацией называется процесс сообщения телу электрических зарядов. Этого можно достичь при помощи трения, соприкосновения с другим заряженным телом или другими способами. Существует два вида электрических зарядов: положительные и отрицательные. Одноимённые заряды отталкиваются, а разноимённые заряды притягиваются.

Закон сохранения электрических зарядов является фундаментальным законом природы:
сумма электрических зарядов в замкнутой системе всегда остаётся постоянной.

Электрические заряды не взаимодействуют друг с другом непосредственно. Каждый из них создаёт вокруг себя электрическое поле, и это поле действует на другие заряды с некоторой силой.

3.2. Постоянный ток

Электрическим током называют упорядоченное движение электрических зарядов. За направление электрического тока принято направление движения положительных зарядов.

Силой тока называют отношение заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, ко времени, за которое этот заряд прошёл:

$$I = \frac{q}{t}.$$

В СИ единицей измерения силы тока является ампер (А).

Электрическим напряжением на участке цепи называют физическую величину, численно равную отношению работы A, которую совершает электрическое поле при перемещении заряда q по этому участку цепи, к величине этого заряда:

$$U = \frac{A}{q}.$$

В СИ единицей измерения напряжения является вольт (В).

Закон Ома для участка цепи формулируется следующим образом: сила тока I на участке цепи прямо пропорциональна напряжению U на этом участке и обратно пропорциональна сопротивлению R этого участка:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Сопротивление проводника зависит от его формы и свойств материала:

$$R = \rho\frac{l}{S},$$

где l — длина проводника, ρ — его удельное сопротивление, S — площадь его поперечного сечения.

Последовательное соединение двух проводников:

$$I_1 = I_2,\ \ U = U_1 + U_2,\ \ R = R_1 + R_2.$$

Параллельное соединение двух проводников:

$$I = I_1 + I_2,\ \ U_1 = U_2,\ \ R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

Работа электрического тока на участке цепи рассчитывается по формуле

$$A = UIt.$$

В СИ единицей измерения работы является джоуль (Дж).

Мощность электрического тока рассчитывается по формуле

$$P = \frac{A}{t} = UI.$$

В СИ единицей измерения мощности является ватт (Вт).

Закон Джоуля — Ленца — это закон, который позволяет рассчитать количество теплоты, выделяющееся на участке цепи при прохождении по нему электрического тока:

$$Q = I^2Rt.$$

3.3. Магнитное поле. Электромагнитная индукция

Г. Х. Эрстед обнаружил, что магнитная стрелка, находящаяся вблизи проводника с током, располагается перпендикулярно проводнику. Суть открытия Эрстеда состоит в том, что источником магнитного поля является движущийся электрический заряд. Очевидно, что вокруг проводника с током возникает магнитное поле.

Графически магнитное поле можно изображать с помощью линий магнитной индукции. Линиями магнитной индукции называются воображаемые линии, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора магнитной индукции $\vec{B}$.

Направление вектора магнитной индукции прямолинейного проводника с током можно определить с помощью *правила буравчика*:
если направление поступательного движения буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения рукоятки буравчика совпадает с направлением вектора магнитной индукции.

На отрезок проводника с током силой I и длиной l, помещённый в однородное магнитное поле с индукцией $\vec{B}$, действует сила, модуль которой равен произведению модуля вектора магнитной индукции на силу тока, на длину участка проводника, находящегося в магнитном поле, и на синус угла между направлением вектора $\vec{B}$ и проводником с током:

$$F = BIl\sin\alpha.$$

Эта сила называется *силой Ампера*.

Направление силы Ампера определяется с помощью *правила левой руки*:
если левую руку расположить так, чтобы перпендикулярная проводнику составляющая вектора магнитной индукции входила в ладонь, а четыре вытянутых пальца указывали бы направление тока, то отогнутый на 90° большой палец укажет направление силы Ампера.