

Уважаемые абитуриенты! Вступительное испытание по физике содержит 17 заданий
Вступительное испытание рассчитано на 50 минут. Для выполнения некоторых заданий
используются постоянные физические величины.

Часть А.

Состоит из 13 заданий.

Предполагает выбор одного варианта ответа из нескольких предложенных.

Стоимость одного задания – 4 балла.

Максимально возможный суммарный балл - 52

Задание № 1: Кинематика поступательного прямолинейного движения. (4 балла)

Законы:

Путь при прямолинейном и равномерном движении:

$$S = v \cdot t$$

Средняя скорость пути:

$$\bar{v} = \frac{S_1 + S_2 + \dots}{t_1 + t_2 + \dots}$$

Физические величины и их единицы измерения:

S , м (метр) – путь;

t , с (секунда) – время;

v , $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ (метр за секунду) – скорость.

При решении задачи все физические величины должны быть приведены к системе единиц.

Для перевода скорости в систему единиц используют следующее преобразование:

$$1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$$

$$1 \text{ час} = 3600 \text{ с}$$

Примеры:

- 1) Автомобиль проехал 40 км за 0,5 часа, а потом ещё 50 км за 1 час. Какова средняя скорость автомобиля на всём пути? Ответ выразите в км/час.

Решение:

$$\bar{v} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{40 + 50}{0,5 + 1} = 60 \frac{\text{км}}{\text{час}}$$

2) *Выразите в метрах в секунду 108 км/час*

Решение:

$$\frac{108 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Задание № 2. Законы динамики. (4 балла)

Законы:

Второй закон Ньютона:

$$F = ma$$

Закон Всемирного тяготения:

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

Принцип сложения сил:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Если силы действуют на материальную точку в одинаковых направлениях они складываются, если действуют в противоположных направлениях вычитаются.

Физические величины и их единицы измерения:

F , Н (Ньютон) – сила;

m , кг (килограмм) – масса;

$G \left(\frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \right)$ – гравитационная постоянная;

R , м (метр) – расстояние между взаимодействующими телами.

Примеры:

1) *Под действием какой силы тело массой 2 кг приобретает ускорение 4 м/с²?*

Решение:

$$F = ma = 2 \cdot 4 = 8 \text{ (Н)}$$

2) *Каковы минимальное и максимальное значение модуля равнодействующей сил 30 и 50 Н?*

Решение:

Равнодействующая сила по модулю минимальна, если силы действуют на тело в противоположных направлениях, максимальна, если действуют силы в одном направлении:

Минимальная сила:

$$|30 - 50| = 20 \text{ (Н)}$$

Максимальная сила:

$$|30 + 50| = 80 \text{ (Н)}$$

3) *Как изменится сила Всемирного тяготения между двумя телами, если массу одного из них уменьшить в 4 раза, а расстояние оставить прежним?*

Решение:

По закону Всемирного тяготения сила прямо пропорциональна массе тела. Следовательно, если масса одного из тел уменьшится, то и сила уменьшится. Так

как масса уменьшается по условию в 4 раза, следовательно и сила уменьшится в 4 раза.

Задние № 3. Импульс, энергия. Законы сохранения в механике (4 балла)

Законы:

Импульс:

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

Закон сохранения импульса:

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}'_i$$

Кинетическая энергия:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Потенциальная энергия в поле тяготения:

$$E_p = mgH$$

Закон сохранения механической энергии: в любой точке механического движения сумма кинетической и потенциальной энергий остаётся величиной постоянной.

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

Физические величины и их единицы измерения:

$$\vec{p} \left(\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) - \text{импульс};$$

$\sum \vec{p}_i \left(\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$ – геометрическая сумма импульсов до взаимодействия;

$\sum \vec{p}'_i \left(\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$ – геометрическая сумма импульсов после взаимодействия;

E_k , Дж (Джоуль) – кинетическая энергия (энергия движения);

E_p Дж (Джоуль) – потенциальная энергия (энергия взаимодействия)

Задние № 4. Молекулярно – кинетическая теория идеального газа (4 балла)

Законы:

Основное уравнение молекулярно – кинетической теории идеального газа:

$$P = nkT$$

Связь средней кинетической энергии поступательного движения частиц газа и термодинамической температуры:

$$\bar{E}_{k0} = \frac{3}{2} kT$$

Физические величины и их единицы измерения:

P , Па (Паскаль) – давление;

n , м^{-3} – концентрация частиц в объёме газа;

T , К (Кельвин) – термодинамическая температура;

\bar{E}_{k0} , Дж – средняя кинетическая энергия поступательного движения частиц газа;

k , $\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$ – постоянная Больцмана.

Примеры:

1) Абсолютная температура тела уменьшилась в 2 раза. Концентрация частиц не меняется. Как изменится давление газа?

Решение:

Из основного уравнения молекулярно – кинетической теории следует, что температура и давление при неизменной концентрации прямо пропорциональны. Следовательно, при уменьшении температуры в 2 раза, давление уменьшится в 2 раза.

2) При нагревании идеального газа средняя кинетическая энергия частицы возросла в 1,5 раза. Как изменится температура газа?

Решение:

Принимая во внимание формулу связи средней кинетической энергии движения частицы газа и температуры видим, что температура и энергия прямо пропорциональны. Следовательно, при увеличении энергии частицы в 1,5 раза температура также увеличится в 1,5 раза.

Задние № 5. Законы идеального газа (4 балла)

Законы:

Закон Бойля – Мариотта (описывает изотермический процесс в газе):

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Закон Гей – Люссака (описывает изохорный процесс в газе):

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Закон Шарля (описывает изобарный процесс в газе):

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Уравнение Пуассона (адиабатный процесс в газе):

$$P_1 \cdot V_1^\gamma = P_2 \cdot V_2^\gamma$$

$$\Delta U = A + Q$$

Первый закон термодинамики для изобарного процесса в газе:

$$\Delta U = A + Q$$

Первый закон термодинамики для изотермического процесса в газе:

$$A = Q, \quad \Delta U = 0$$

Первый закон термодинамики для изохорного процесса в газе:

$$\Delta U = Q, \quad A = 0$$

Первый закон термодинамики для адиабатного процесса в газе:

$$\Delta U = A, \quad Q = 0$$

Величины:

ΔU , Дж – изменение внутренней энергии газа;

A , Дж – работа, совершённая над газом внешними силами;

Q , Дж – количество теплоты, переданного газу.

Примеры:

Задание № 7. Основы электродинамики (4 балла)

Законы:

Сила взаимодействия двух точечных заряженных тел (закон Кулона):

$$F = \frac{q_1 q_2 k}{r^2}$$

Силовая характеристика электрического поля – напряжённость:

$$E = \frac{qk}{r^2}$$

Величины:

q , Кл (Кулон) – заряд;

r , м – расстояние между заряженными телами;

$E, \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ – напряжённость электрического поля

Примеры:

1) Во сколько раз изменится напряжённость электрического поля точечного заряда при увеличении расстояния до заряда в 4 раза?

Решение:

Так как напряжённость и расстояние обратно пропорциональны, то при увеличении расстояния до заряда напряжённость уменьшается. Однако из формулы видно, что напряжённость обратна квадрату расстояния, следовательно, она уменьшится в 4^2 раз, то есть в 16 раз.

2) При изменении расстояния между двумя точечными зарядами сила электрического взаимодействия уменьшилась в 25 раз. Как изменилось расстояние между зарядами?

Решение:

Проводя рассуждения, аналогичные предыдущему примеру, можно показать, что расстояние увеличилось в 5 раз.

Задание № 8: Электродинамика (4 балла)

Законы:

Энергия электрического поля заряженного конденсатора определяется формулой:

$$W = \frac{q^2}{2C}$$

Силы в магнитном поле:

Сила Ампера

$$F_A = BIl \sin \alpha$$

Сила Лоренца

$$F_L = Bvq \sin \alpha$$

Величины:

W , Дж – энергия поля конденсатора;

B , Тл (Тесла) – индукция магнитного поля;

I , А (Ампер) – сила тока;

l , м – длина проводника

Задание № 9: Электродинамика (4 балла)

Законы:

Закон Ома для участка цепи постоянного электрического тока:

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

Закон Ома для полной цепи постоянного электрического тока:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

Величины:

I , А (Ампер) – сила тока;

U , В (Вольт) – напряжение;

R , Ом – сопротивление потребителя;

r , Ом – внутреннее сопротивление источника тока.

Задание № 10, 12: Волновые свойства света (4 балла)

Волновая природа света проявляет себя по следующим его свойствам:

Интерференция – наложение когерентных волн.

Дифракция – отгибание волнами препятствий или прохождение волн сквозь отверстия.

Волны являются когерентными, если имеют одинаковую частоту и одинаковую разность фаз колебаний.

Задание № 11: Квантовая физика (4 балла)

Законы:

Импульс фотона:

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{h\nu}{c}$$

Величины:

p , кг · $\frac{м}{с}$ – импульс фотона;

λ , м – длина волны света;

c , $\frac{м}{с}$ – скорость света в вакууме;

h , Дж · с – постоянная Планка.

Диапазон длин волн светового излучения:

Красный свет: $\lambda = (760 \text{ нм} - 700 \text{ нм})$

Оранжевый свет: $\lambda = (700 \text{ нм} - 650 \text{ нм})$

Жёлтый свет: $\lambda = (650 \text{ нм} - 600 \text{ нм})$

Зелёный свет: $\lambda = (600 \text{ нм} - 550 \text{ нм})$

Голубой свет: $\lambda = (550 \text{ нм} - 500 \text{ нм})$

Синий свет: $\lambda = (500 \text{ нм} - 450 \text{ нм})$

Фиолетовый свет: $\lambda = (450 \text{ нм} - 400 \text{ нм})$

Задание № 12: Квантовые свойства света (4 балла)

Фотоэффект – вырывание электронов с поверхности металла под действием света.

Задание № 13: Формулы и законы физики (4 балла)

Часть В (30 баллов; 1 задание = 10 баллов)

Часть содержит три задания, на которые надо дать краткий ответ в численном виде с единицами измерения.

Примерные задачи:

Пример 1

На сколько сантиметров растянется пружина, жёсткость которой 1000 Н/м под действием силы 100 Н? Пружину считайте идеальной.

Дано: $k = 1000$ Н/м; $F = 100$ Н

Найти: x - ?

Решение:

По закону Гука:

$$F = kx$$
$$x = \frac{F}{k} = \frac{100}{1000} = 0,1 \text{ м}$$

Ответ: 0,1 м

Пример 2:

В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключённом к элементу с ЭДС 1,1 В, сила тока равна 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании элемента?

Дано: $R = 2$ Ом; $\varepsilon = 1,1$ В; $I = 0,5$ А

Найти: $I_{\text{к.з.}}$ = ?

Решение:

Запишем формулу, по которой рассчитывается ток короткого замыкания:

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{\varepsilon}{r}$$

Для определения этого тока необходимо определить внутреннее сопротивление источника тока. Найдём это сопротивление из закона Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

$$(R + r) = \frac{\varepsilon}{I}$$

$$r = \frac{\varepsilon}{I} - R = \frac{1,1}{0,5} - 2 = 0,2 \text{ Ом}$$

Определяем ток короткого замыкания:

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{1,1}{0,2} = 5,5 \text{ А}$$

Пример 3:

Прямолинейный проводник длиной 88 см расположен перпендикулярно к линиям магнитной индукции однородного поля. Чему равна магнитная индукция этого поля, если на проводник действует сила 1,6 Н при силе тока в нём 23 А?

Дано: $l = 0,88$ м, $F = 1,6$ Н, $I = 23$ А

Найти: B -?

Решение:

$$F_A = B \cdot I \cdot l \cdot \sin\alpha$$

Так как проводник перпендикулярен магнитным линиям $\sin 90^\circ = 1$

Выражаем магнитную индукцию:

$$B = \frac{F_A}{I \cdot l}$$

Выполняем расчёт:

$$B = \frac{1,6}{23 \cdot 0,88} = 0,08 \text{ (Тл)}$$

Часть С (18 баллов)

Состоит из одного задания, на которое требуется дать развёрнутый ответ. Необходимо записать законы физики, из которых выводятся требуемые для решения задачи уравнения.

Желаю успеха!