

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Основы физических процессов

Открытый билет

Вариант 1

Вопрос 1.

Как определяется сила тяжести, действующая на тело любой массы m с ускорением свободного падения g ?

$$F=m/g$$

$$F=g+m$$

$$F=g/m$$

$$F=g \cdot m$$

Правильный ответ: $F=g \cdot m$

(5 баллов)

Вопрос 2.

Изменение с течением времени положения тела относительно других тел называется...

перемещением.

движением.

скоростью.

сдвигом.

Правильный ответ: движением.

(5 баллов)

Вопрос 3.

Физическая величина, которая равна отношению массы тела к его объему,
– это...

инерция.

сила.

плотность.

упругость.

Правильный ответ: плотность.

(5 баллов)

Вопрос 4.

Всё то, что существует во Вселенной независимо от нашего сознания
(небесные тела, растения, животные и др.), называется...

материей.

материалом.

физическими телами.

независимыми объектами.

Правильный ответ: материей.

(5 баллов)

Вопрос 5.

7 мая 1895 года на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге он продемонстрировал действие своего прибора. Ныне этот день ежегодно отмечается в нашей стране.

Кто этот человек?

Дж. Максвелл

Г. Маркони

Г. Герц

А.С. Попов

Правильный ответ: А.С. Попов

(5 баллов)

Вопрос 6.

Сила тока в проводниках одинакова, если они включены...

последовательно.

треугольником.

параллельно.

звездой.

Правильный ответ: последовательно.

(5 баллов)

Вопрос 7.

Что такое спин электрона?

Собственный механический момент импульса электрона, обусловленный вращением электрона вокруг собственной оси и тем, что электрон обладает массой.

Собственный механический момент электрона, являющийся квантово-

релятивистским эффектом, не имеющим классического истолкования.

Собственный магнитный момент электрона, обусловленный вращением электрона вокруг собственной оси и тем, что электрон имеет заряд.

Правильный ответ: Собственный механический момент электрона, являющийся квантово-релятивистским эффектом, не имеющим классического истолкования.

(5 баллов)

Вопрос 8.

Выберите определение поглотительной способности тела.

Отношение поглощённой энергии ко всей падающей на тело энергии.

Отношение отражённой энергии ко всей падающей на тело энергии.

Отношение поглощённой энергии к отражённой.

Правильный ответ: Отношение поглощённой энергии ко всей падающей на тело энергии.

(5 баллов)

Вопрос 9.

Из пункта А до пункта В путь, равный 2700 км, реактивный самолет пролетел за 1 ч. Обратный путь он летел со скоростью 715 м/с. В каком направлении скорость самолета была больше?

От пункта А до пункта В.

От пункта В до пункта А.

Скорости одинаковы в обоих направлениях.

Правильный ответ: От пункта А до пункта В.

(5 баллов)

Вопрос 10.

Сколько степеней свободы имеет простая одноатомная молекула?

Одну

Три

Пять

Шесть

Двенадцать

Правильный ответ: Три

(5 баллов)

Вопрос 11.

Суммарный заряд электрически изолированной системы...

не может изменяться.

может изменяться.

может изменяться или нет.

Правильный ответ: не может изменяться.

(5 баллов)

Вопрос 12.

Природа ферромагнетизма заключается в том, что большинство ... магнитных моментов атомов внутри домена ориентировано в одном направлении.

орбитальных

спиновых

полных

Правильный ответ: СПИНОВЫХ

(5 баллов)

Вопрос 13.

Маховик при равномерном вращении сделал 20 оборотов за 4 с. Найти период вращения маховика. Ответ дать в СИ

1. Дано:

$$t = 4 \text{ с}$$

$$N = 20 \text{ об.}$$

Найти:

$$T = ? \quad (\text{с})$$

Решение: Из формулы для периода вращения находим искомую величину:

$$T = \frac{t}{N} = \frac{4}{20} = 0,2 \text{ с}$$

Ответ: $T = 0.2 \text{ с}$

(13 баллов)

Вопрос 14.

Небольшому шарiku сообщили заряд величиной 0,05 мКл и поместили в электрическое поле, которое действует на него с силой 2 мН. Чему равна напряженность электростатического поля в точке нахождения шарика? Ответ дать в СИ.

3. Дано:

$$q = 0,05 \text{ мКл} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

$$F = 2 \text{ мН} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

Найти:

$$E = ? \quad (\text{В/м})$$

Решение: По формуле связи напряженности и силы находим напряженность электрического поля:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-5}} = 40 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

Ответ: $E = 40 \text{ В/м}$

(13 баллов)

Вопрос 15.

Энергетический спектр атома водорода выглядит так: основное состояние $-13,6$ эВ, первое возбуждённое $-3,4$ эВ, второе возбуждённое $-1,4$ эВ. Во сколько раз энергия фотона, испущенного атомом водорода при переходе из первого возбуждённого состояния в основное, больше энергии фотона, испущенного при переходе из второго возбуждённого состояния в первое?

6. Дано:

$$E_0 = -13,6 \text{ эВ},$$

$$E_1 = -3,4 \text{ эВ},$$

$$E_2 = -1,4 \text{ эВ}.$$

Найти:

$$\frac{\Delta E_2}{\Delta E_1} = ?$$

Решение: Энергия фотона, испущенного атомом водорода при переходе из первого возбуждённого состояния в основное определяется разностью энергий между соответствующими уровнями:

$$\Delta E_1 = E_1 - E_0 = -3,4 - (-13,6) = 10,2 \text{ эВ},$$

$$\Delta E_2 = E_2 - E_1 = -1,4 - (-3,4) = 2 \text{ эВ}$$

Искомое отношение $\frac{\Delta E_2}{\Delta E_1} = \frac{10,2}{2} = 5,1$

Ответ: $\frac{\Delta E_2}{\Delta E_1} = 5,1$

(14 баллов)

Вариант 2

Вопрос 1.

Укажите дифференциальные характеристики движения.

Траектория

Ускорение

Скорость

Время

Масса

Правильные ответы: Ускорение; Скорость

(5 баллов)

Вопрос 2.

Система координат обязательно содержит:

способ взаимно однозначного отображения положения точки на оси координат

оси координат с пространственными масштабами

начало отсчёта (нулевая точка)

орты осей координат

Правильные ответы: способ взаимно однозначного отображения положения точки на оси координат; оси координат с пространственными масштабами; начало отсчёта (нулевая точка)

(5 баллов)

Вопрос 3.

На каждую степень свободы большой системы, находящейся в равновесном состоянии, приходится в среднем энергия, равная...

$kT/4$.

$kT/3$.

$kT/2$.

$3kT/2$.

Правильный ответ: $kT/2$

(5 баллов)

Вопрос 4.

Первое начало термодинамики (газ может совершать работу только за счёт расходования своей внутренней энергии и возможного притока тепловой энергии в него из внешней среды):

$$dU = \nu C_V dT$$

$$\delta A = -dU + \delta Q$$

$$U = \nu RT/2$$

$$\Delta U = cm\Delta T$$

Правильный ответ: $\delta A = -dU + \delta Q$

(5 баллов)

Вопрос 5.

Закон электростатического взаимодействия, выраженный формулой: $F = k|q_1q_2|/r^2$, где $k = 9 \cdot 10^9$ м/Ф – коэффициент пропорциональности; r – расстояние между неподвижными электрическими зарядами q_1 и q_2 , справедлив для ... зарядов.

поверхностных

объёмных

точечных

Правильный ответ: точечных

(5 баллов)

Вопрос 6.

Укажите напряжённость поля, создаваемого равномерно заряженной бесконечной плоскостью с поверхностной плотностью заряда Q .

$$E = 0$$

$$E = Q/\varepsilon_0$$

$$E = \frac{Q}{2\varepsilon_0}$$

Правильный ответ: $E = \frac{Q}{2\varepsilon_0}$

(5 баллов)

Вопрос 7.

Что представляет собой полная энергия электрона в атоме и почему она отрицательна?

Полная энергия – это кинетическая энергия электрона. За ноль принята энергия свободного электрона, поэтому энергия «связанного» внутри атома электрона отрицательна.

Полная энергия есть потенциальная энергия связи электрона с ядром. Энергия притяжения (связи) всегда отрицательна.

Полная энергия равна сумме потенциальной и кинетической энергий электрона. Потенциальная энергия отрицательна и она (для водорода) в два раза больше кинетической энергии.

Правильный ответ: Полная энергия равна сумме потенциальной и кинетической энергий электрона. Потенциальная энергия отрицательна и она (для водорода) в два раза больше кинетической энергии.

(5 баллов)

Вопрос 8.

Причина возникновения принципа неопределённостей:

Параметры микрочастиц (например, электронов) трудно измерить, они измеряются с большой погрешностью. Эта погрешность и фиксируется соотношением неопределённостей.

Законы микромира отличаются от законов макромира. Язык физики оперирует только понятиями макромира (энергия, импульс, координата и т.д.). Принцип неопределённостей накладывает ограничение на использование законов макромира в микромире.

Принцип неопределённостей обуславливается неточностью значения постоянной Планка.

Правильный ответ: Законы микромира отличаются от законов макромира. Язык физики оперирует только понятиями макромира (энергия, импульс, координата и т.д.). Принцип неопределённостей накладывает ограничение на использование законов макромира в микромире.

(5 баллов)

Вопрос 9.

Определите истинность следующих утверждений.

Работа может быть только положительной. | Неверно

Работа может быть как положительной, так и отрицательной. | Верно

Если работа отрицательная, то система совершает работу против силы. |

Верно

Положительная работа совершается системой над приложенной к ней силой. | Неверно

(5 баллов)

Вопрос 10.

Температура и энтропия идеального газа, отсчитанные по шкалам с нормировкой $dP \cdot dV = dt \cdot d\sigma$, называются...

масштабируемыми.

фиксированными.

произвольными.

абсолютными.

условными.

Правильный ответ: абсолютными.

(5 баллов)

Вопрос 11.

Потенциал электрического поля связан с его напряжённостью выражением:

$$\vec{E} = -\nabla\varphi$$

$$\varphi = -\nabla \cdot \vec{E}$$

$$\vec{E} = -\nabla \times \vec{\varphi}$$

$$\vec{E} = \nabla\varphi$$

$$\varphi = \nabla \cdot \vec{E}$$

$$\vec{E} = \nabla \times \vec{\varphi}$$

Правильный ответ: $\vec{E} = -\nabla\varphi$

(5 баллов)

Вопрос 12.

Как ведут себя атомы при $T=0$ К?

Все частицы неподвижны, они как бы «замерзают».

Атомы совершают только вращательное движение.

Атомы совершают так называемые «нулевые» колебания.

Правильный ответ: Атомы совершают так называемые «нулевые» колебания.

(5 баллов)

Вопрос 13.

В два сообщающихся открытых цилиндрических сосуда, диаметры которых отличаются в 10 раз, налита вода. Найти разность уровней воды в сосудах. Ответ дать в СИ.

2. Дано:
 $d_2 = 10 \cdot d_1$
 Найти:
 $\Delta h = ?$

Решение: Из закона сообщающихся сосудов – в сообщающихся сосудах уровни однородных жидкостей, считая от наиболее близкой к поверхности земли точки, равны. Это значит, что разность уровней $\Delta h = 0$.

Ответ: $\Delta h = 0$

(13 баллов)

Вопрос 14.

Начальная фаза гармонических колебаний материальной точки равна 2 радиана, циклическая частота 4 рад/с. Через какой промежуток времени фаза колебаний будет равна 18 радиан? Ответ дать в СИ.

5. Дано:
 $\varphi_0 = 2$ рад
 $\omega = 4$ рад/с
 $\varphi = 18$ рад.
 Найти:
 $t = ?$ (с)

Решение: Фаза колебаний определяется выражением: $\varphi = \varphi_0 + \omega t$.

Выразим время: $t = \frac{\varphi - \varphi_0}{\omega} = \frac{18 - 2}{4} = 4$ с

Ответ: $t = 4$ с

(13 баллов)

Вопрос 15.

Действительное изображение свечи находится на расстоянии 3 м от собирающей линзы. Фокусное расстояние линзы 1,5 м. Определить в СИ расстояние между линзой и свечой.

7. Дано:
 $f = 3$ м
 $F = 1.5$ м
 Найти:
 $d = ?$ (м)

Решение: Из формулы тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \text{ найдем } d:$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f} = \frac{f - F}{F \cdot f} \Rightarrow d = \frac{F \cdot f}{f - F}. \text{ Подставим}$$

значения:

$$d = \frac{F \cdot f}{f - F} = \frac{1.5 \cdot 3}{3 - 1.5} = 3 \text{ м}$$

Ответ: $d = 3$ м

(14 баллов)

Вариант 3

Вопрос 1.

При упругом нецентральной столкновении частиц равной массы, если первоначально одна из частиц покоилась, угол разлёта частиц в лабораторной системе отсчёта всегда будет равен...

30°

45°

60°

90°

Правильный ответ: 90°

(5 баллов)

Вопрос 2.

Из формулы для объёмного модуля упругости $E_V = \frac{E}{3(1-2\mu)}$ видно, что отношение Пуассона μ никогда не может быть больше ..., иначе стало бы возможным расширение тел при всесторонних сжимающих нагрузках.

Правильный ответ: 0.5

(5 баллов)

Вопрос 3.

Укажите интенсивные термодинамические параметры.

Количество молей вещества

Концентрация частиц

Внутренняя энергия

Теплоёмкость

Температура

Давление

Объём

Масса

Правильные ответы: Концентрация частиц; Температура; Давление

(5 баллов)

Вопрос 4.

Поскольку объём в изохорическом процессе не изменяется, произведённая работа равна...

всей подведённой теплоте.

части подведённой теплоты.

убыли внутренней энергии.

нулю.

Правильный ответ: нулю.

(5 баллов)

Вопрос 5.

Электрическое поле с напряжённостью E имеет заряды. Это свойство математически выражается в следующем виде:

$$\operatorname{div} E \equiv \nabla \cdot E = 0$$

$$\operatorname{div} E \equiv \nabla \cdot E \neq 0$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} \equiv \nabla \times \mathbf{E} = 0$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} \equiv \nabla \times \mathbf{E} \neq 0$$

Правильный ответ: $\operatorname{div} \mathbf{E} \equiv \nabla \cdot \mathbf{E} \neq 0$

(5 баллов)

Вопрос 6.

Укажите разность потенциалов между точками, лежащими на расстояниях x_1 и x_2 от равномерно заряженной бесконечной плоскости с поверхностной плотностью заряда σ .

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} (x_2 - x_1)$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} (x_2 - x_1)$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right)$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\sigma}{8\pi\varepsilon_0} (x_2^2 - x_1^2)$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0} \ln \frac{x_2}{x_1}$$

Правильный ответ: $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} (x_2 - x_1)$

(5 баллов)

Вопрос 7.

Укажите причину естественной ширины спектральных линий.

Неопределённость времени жизни атома в возбуждённом состоянии

обуславливает неопределённость энергии: $\Delta E \cdot \Delta t \geq h$. Неопределённость энергии приводит к неопределённости (разбросу) частоты излучения: $\Delta E = h \cdot \Delta \nu$.

Ширина спектральных линий определяется точностью измерения частоты или длины волны: $\Delta \nu$ – абсолютная погрешность измерения.

Ширина спектральных линий определяется частотой перескока электрона из одного стационарного состояния в другое.

Правильный ответ: Неопределённость времени жизни атома в возбуждённом состоянии обуславливает неопределённость энергии: $\Delta E \cdot \Delta t \geq h$. Неопределённость энергии приводит к неопределённости (разбросу) частоты излучения: $\Delta E = h \cdot \Delta \nu$.

(5 баллов)

Вопрос 8.

Укажите стационарное уравнение Шрёдингера.

Здесь h – постоянная Планка; m – масса электрона; E и U – кинетическая и потенциальная энергии соответственно; t – время.

$$\nabla^2 \psi - \frac{h^2}{2m}(E - U)\psi = 0$$

$$\nabla^2 \psi + \frac{2m}{h^2}(E - U)\psi = 0$$

$$-\frac{h^2}{2m} \nabla^2 \psi + U\psi = ih \frac{\partial \psi}{\partial t}$$

Правильный ответ: $\nabla^2 \psi + \frac{2m}{h^2}(E - U)\psi = 0$

(5 баллов)

Вопрос 9.

Укажите формулу, выражающую следствие преобразований Лоренца – относительность длин отрезков.

$$x_2 - x_1 = \frac{x'_2 - x'_1}{1 - V^2/c^2} \cdot \frac{V^2}{c^2}$$

$$x_2 - x_1 = \frac{x'_2 - x'_1}{V^2/c^2 \sqrt{1 - V^2/c^2}}$$

$$x_2 - x_1 = (x'_2 - x'_1)(1 - V^2/c^2)$$

$$x_2 - x_1 = \frac{\sqrt{1 - V^2/c^2}}{x'_2 - x'_1}$$

$$x_2 - x_1 = \frac{x'_2 - x'_1}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$$

$$x_2 - x_1 = (x'_2 - x'_1)\sqrt{1 - V^2/c^2}$$

Правильный ответ: $x_2 - x_1 = (x'_2 - x'_1)\sqrt{1 - V^2/c^2}$

(5 баллов)

Вопрос 10.

Частные случаи особых политроп:

$C = \infty \rightarrow n = 1$ | изотерма

$C = 0 \rightarrow n = \gamma$ | адиабата

$C = C_p \rightarrow n = 0$ | изобара

[Нет соответствия] | изохора

(5 баллов)

Вопрос 11.

На диполь в однородном электрическом поле действует...

электрический момент.

сила Кулона.

момент сил.

Правильный ответ: момент сил.

(5 баллов)

Вопрос 12.

Коэффициент прозрачности при туннельном эффекте – это...

число, показывающее, во сколько раз уменьшилась длина волны ψ -функции.

вероятность проникновения частиц сквозь барьер.

число частиц, проникших сквозь барьер.

Правильный ответ: вероятность проникновения частиц сквозь барьер.

(5 баллов)

Вопрос 13.

Найти к.п.д. тепловой машины, если ее рабочее тело за один цикл получает от нагревателя 20 кДж теплоты и совершает при этом работу 8 кДж. Ответ дать в процентах.

2. Дано:

$$Q_n = 20 \cdot \text{кДж} = 2 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

$$A = 8 \text{ кДж}$$

Найти:

$$\eta = ? \quad (\%)$$

Решение: Коэффициент полезного действия тепловой

машины: $\eta = \frac{A}{Q_n} = \frac{8}{20} = 0,4 = 40 \%$.

Ответ: $\eta = 40\%$

(13 баллов)

Вопрос 14.

В однородном магнитном поле с индукцией 20 Тл под углом 30° к направлению линий индукции расположен тонкий проводник длиной 0,3 м. По проводнику течет ток 10 А. Определить модуль силы, действующей на проводник. Ответ дать в СИ.

4. Дано:

$$B = 20 \text{ Тл}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$l = 0,3 \text{ м}$$

$$I = 10 \text{ А}$$

Найти:

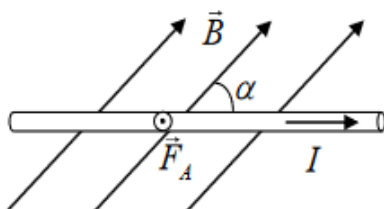
$$F_A = ? \quad (\text{Н})$$

Решение: На проводник со стороны магнитного поля действует сила Ампера. Величину силы рассчитаем по формуле:

$$F_A = IBl \sin \alpha.$$

Подставим значения:

$$F_A = IBl \sin \alpha = 10 \cdot 20 \cdot 0,3 \cdot 0,5 = 30 \text{ Н}$$



$$\text{Ответ: } F_A = 30 \text{ Н}$$

(13 баллов)

Вопрос 15.

Анод вакуумного фотоэлемента находится под потенциалом -3 В относительно катода. Какую минимальную энергию должен иметь каждый квант монохроматического света, падающего на фотокатод, чтобы в фотоэлементе появился электрический ток? Работа выхода электрона из фотокатода 2 эВ. Ответ дать в эВ.

6. Дано:

$$\varphi_a = -3 \text{ В,}$$

$$A = 2 \text{ эВ,}$$

Найти:

$$E_{\varphi} = ? \quad (\text{эВ})$$

Решение: На анод подано запирающее напряжение 3В.

Максимальная кинетическая энергия электронов

$E_{\text{кинmax}} = eU_{\text{зап}} = 3 \text{ эВ}$. Согласно закону Эйнштейна для фотоэффекта:

$$E_{\varphi} = A + E_{\text{кинmax}} = A + eU_{\text{зап}} = 2 + 3 = 5 \text{ эВ.}$$

$$\text{Ответ: } E_{\varphi} = 5 \text{ эВ}$$

(14 баллов)