

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: -2,5 м/с². - 2 , 5

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. В заданиях 5, 9, 14 и 18 предполагается два или три верных ответа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

| | |
|---|---|
| А | Б |
| 4 | 1 |

4 1

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. 1 , 4 0 , 2

Ответ к заданиям 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

| Наименование | Обозначение | Множитель | Наименование | Обозначение | Множитель |
|--------------|-------------|------------------|--------------|-------------|-------------------|
| гига | Г | 10 ⁹ | санти | с | 10 ⁻² |
| мега | М | 10 ⁶ | милли | м | 10 ⁻³ |
| кило | к | 10 ³ | микро | мк | 10 ⁻⁶ |
| гекто | г | 10 ² | нано | н | 10 ⁻⁹ |
| деци | д | 10 ⁻¹ | пико | п | 10 ⁻¹² |

Бланк

Константы

| | |
|---|---|
| число π | π = 3,14 |
| ускорение свободного падения на Земле | g = 10 м/с ² |
| гравитационная постоянная | G = 6,7 · 10 ⁻¹¹ Н · м ² /кг ² |
| универсальная газовая постоянная | R = 8,31 Дж/(моль · К) |
| постоянная Больцмана | k = 1,38 · 10 ⁻²³ Дж/К |
| постоянная Авогадро | N _А = 6 · 10 ²³ моль ⁻¹ |
| скорость света в вакууме | c = 3 · 10 ⁸ м/с |
| коэффициент пропорциональности в законе Кулона | k = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н · м ² /Кл ² |
| модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд) | e = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Кл |
| постоянная Планка | h = 6,6 · 10 ⁻³⁴ Дж · с |

Бланк

Соотношения между различными единицами

| | |
|--------------------------------------|--|
| температура | 0 К = -273 °С |
| атомная единица массы | 1 а.е.м. = 1,66 · 10 ⁻²⁷ кг |
| 1 атомная единица массы эквивалентна | 931,5 МэВ |
| 1 электронвольт | 1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж |

Масса частиц

| | |
|-----------|--|
| электрона | 9,1 · 10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5 · 10 ⁻⁴ а.е.м. |
| протона | 1,673 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м. |
| нейтрона | 1,675 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м. |

Плотность

| | | | |
|-------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | подсолнечного масла | 900 кг/м ³ |
| воды | 1000 кг/м ³ | алюминия | 2700 кг/м ³ |
| древесины (сосна) | 400 кг/м ³ | железа | 7800 кг/м ³ |
| керосина | 800 кг/м ³ | ртути | 13 600 кг/м ³ |

Удельная теплоёмкость

| | | | |
|--------|-----------------------------------|----------|-----------------|
| воды | 4,2 · 10 ³ Дж/(кг · К) | алюминия | 900 Дж/(кг · К) |
| льда | 2,1 · 10 ³ Дж/(кг · К) | меди | 380 Дж/(кг · К) |
| железа | 460 Дж/(кг · К) | чугуна | 500 Дж/(кг · К) |
| свинца | 130 Дж/(кг · К) | | |

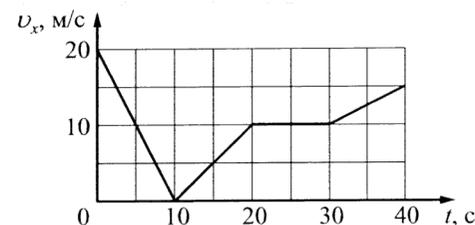
Бланк

| | | | |
|--|----------------------------|------------------|----------------------------|
| Удельная теплота | | | |
| парообразования воды | $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг | | |
| плавления свинца | $2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг | | |
| плавления льда | $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг | | |
| Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C | | | |
| Молярная масса | | | |
| азота | $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | гелия | $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| аргона | $40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | кислорода | $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| водорода | $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | лития | $6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| воздуха | $29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | неона | $20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| воды | $18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | углекислого газа | $44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

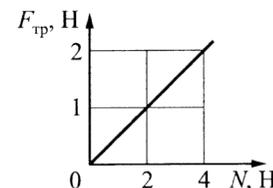
1 Автомобиль движется по прямой улице, параллельной оси Ox . На графике представлена зависимость проекции v_x его скорости от времени t .



Определите проекцию a_x ускорения автомобиля в интервале времени от 30 до 40 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

Ответ: _____ м/с².

2 При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения $F_{тр}$ бруска от модуля силы нормального давления N получен график, представленный на рисунке. Определите коэффициент трения.



Ответ: _____.

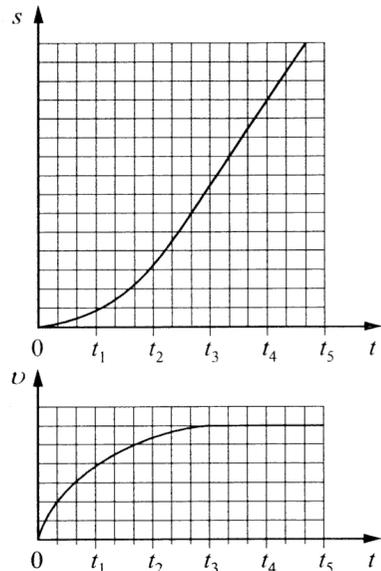
3 Мяч упал с высоты 15 м над поверхностью Земли из состояния покоя. Его кинетическая энергия в момент перед ударом о поверхность Земли была равна 60 Дж. Определите массу мяча. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ кг.

- 4 Период гармонических колебаний массивного груза на лёгкой длинной нити равен 2 с. В некоторый момент времени потенциальная энергия груза в поле тяжести Земли достигает максимума. Через какой минимальный промежуток времени она вновь достигнет своего максимума?

Ответ: через _____ с.

- 5 Желая повторить опыты Галилея, учащиеся в безветренную погоду роняли с высокой башни шарик для настольного тенниса и снимали полёт цифровой видеокамерой. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути s , пройденного шариком, и модуля его скорости v от времени падения t . Выберите все верные утверждения, характеризующие наблюдаемое падение.



- 1) В интервале времени $(t_4 - t_5)$ шарик двигался равномерно.
- 2) В течение всего времени падения сила тяжести оставалась неизменной, а величина силы сопротивления воздуха возрастала.
- 3) В течение всего времени падения на шарик действовали постоянные по величине силы тяжести и сопротивления воздуха.
- 4) В интервале $(t_1 - t_2)$ сила тяжести оставалась неизменной, а величина силы сопротивления воздуха возрастала.
- 5) В течение всего времени падения учащиеся наблюдали равноускоренное движение шарика.

Ответ: _____.

- 6 На поверхности морской воды плотностью $\rho_1 = 1080 \text{ кг/м}^3$ плавает однородное бревно цилиндрической формы. Как изменятся глубина погружения бревна и действующая на него сила Архимеда, если это бревно будет плавать на поверхности пресной воды плотностью $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Глубина погружения бревна | Сила Архимеда |
|---------------------------|---------------|
| | |

- 7 Разреженный воздух в цилиндре переводится из состояния A в состояние B так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния воздуха, приведены в таблице.

| | $p, 10^5 \text{ Па}$ | $V, 10^{-3} \text{ м}^3$ | $T, \text{ К}$ |
|---------------|----------------------|--------------------------|----------------|
| Состояние A | 1,0 | 4 | 300 |
| Состояние B | 1,5 | 8 | |

Какое число следует внести в свободную клетку таблицы?

Ответ: _____.

- 8 Какое количество теплоты выделится при превращении 3 кг воды, взятой при $0 \text{ }^\circ\text{C}$, в лёд при той же температуре?

Ответ: _____ кДж.

9 Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 8 г гелия, в правой – 1 моль аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и непроницаема для молекул аргона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной, газы разрежены.

Выберите все верные утверждения, описывающие состояние газов после установления равновесия в системе.

- 1) В правой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза меньше, чем в левой части.
- 2) Давление гелия в левой части сосуда меньше, чем суммарное давление газов в правой части.
- 3) Внутренняя энергия аргона в конечном состоянии больше, чем в начальном.
- 4) Концентрация гелия в обеих частях сосуда одинакова.
- 5) Внутренняя энергия гелия в левой части сосуда больше, чем внутренняя энергия гелия в правой части.

Ответ: _____.

10 В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия уменьшается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

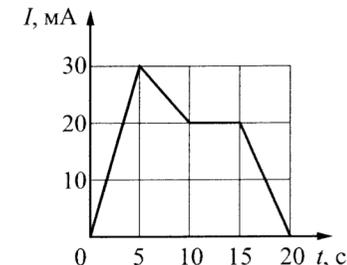
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Температура гелия | Давление гелия |
|-------------------|----------------|
| | |

11 Сила постоянного тока, текущего по проводнику, равна 1,5 А. Какой заряд пройдёт через поперечное сечение проводника за 4 с?

Ответ: _____ Кл.

12 На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой равна 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в этой цепи в интервале времени от 15 до 20 с.

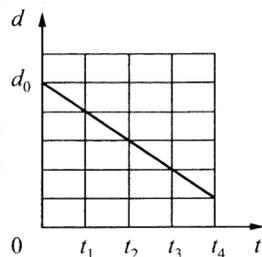


Ответ: _____ мкВ.

13 Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . Во сколько раз уменьшится частота собственных электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроёмкость конденсатора увеличить в 10 раз, а индуктивность катушки уменьшить в 2,5 раза?

Ответ: в _____ раз(а).

14 Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C_0 , подключённый к источнику постоянного напряжения, состоит из двух больших параллельных металлических пластин, находящихся на малом расстоянии d_0 друг от друга. Расстояние между пластинами очень медленно меняется со временем так, как показано на графике. Выберите все верные утверждения, соответствующие описанию опыта.



- 1) В интервале времени от t_1 до t_4 ёмкость конденсатора равномерно уменьшается.
- 2) В интервале времени от t_1 до t_4 энергия электрического поля конденсатора убывает.
- 3) Ёмкость конденсатора в момент времени t_2 составляет $\frac{5}{3}C_0$.
- 4) В момент времени t_4 заряд конденсатора в 5 раз больше, чем в начале опыта (при $t = 0$).
- 5) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора остаётся постоянной.

Ответ: _____.

15 Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы между фокусом и двойным фокусным расстоянием от неё. Предмет начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом расстояние от линзы до чёткого изображения предмета и оптическая сила линзы?
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| | |
|---|-----------------------|
| Расстояние от линзы до чёткого изображения предмета | Оптическая сила линзы |
| | |

16 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

| | | | | | |
|---|-----|---------------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 4 | IV | K 19 39,0983(1) калий | Ca 20 40,078(4) кальций | Sc 21 44,95591(09) скандий | Ti 22 47,867(1) титан |
| | V | 29 63,546(3) медь | 30 65,39(2) цинк | 31 69,723(1) галлий | 32 72,61(2) германий |
| 5 | VI | Rb 37 85,4678(3) рубидий | Sr 38 87,62(1) стронций | Y 39 88,90585(2) иттрий | Zr 40 91,224(2) цирконий |
| | VII | 47 107,8682(2) серебро | 48 112,411(8) кадмий | 49 114,818(3) индий | 50 118,710(7) олово |

Запишите число протонов в ядре изотопа кальция с массовым числом 42.

Ответ: _____.

17 Как изменятся при α -распаде массовое число ядра и число протонов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

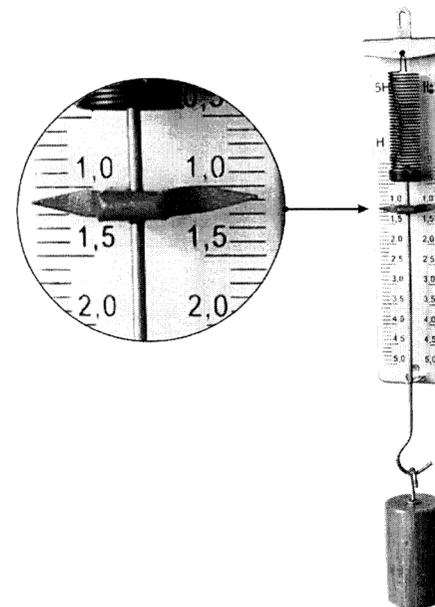
| | |
|---------------------|-----------------------|
| Массовое число ядра | Число протонов в ядре |
| | |

18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Полная механическая энергия системы тел, взаимодействующих только силами тяготения, остаётся неизменной при любых движениях тел.
- 2) В изотермическом процессе для постоянной массы идеального газа отношение давления газа к его абсолютной температуре постоянно.
- 3) В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц, входящих в систему, не меняется.
- 4) Индукционный ток своим магнитным полем всегда противодействует тому изменению магнитного потока, которым он вызван.
- 5) В планетарной модели атома число нейтронов в ядре равно числу электронов в электронной оболочке нейтрального атома.

Ответ: _____.

19 При помощи динамометра измеряют силу тяжести, действующую на тело (см. рисунок). Динамометр проградуирован в ньютонах, абсолютная погрешность прямого измерения силы динамометром равна цене деления. Запишите показания динамометра.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 Ученик изучает свободные электромагнитные колебания. В его распоряжении имеются пять аналогичных колебательных контуров с малым активным сопротивлением с различными катушками индуктивности и конденсаторами, характеристики которых указаны в таблице. Какие два колебательных контура необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость частоты свободных колебаний силы тока, протекающего в катушке, от индуктивности катушки?

| № контура | Максимальная сила тока в катушке, мА | Емкость конденсатора C , мкФ | Индуктивность катушки L , мГн |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 9 | 10 | 4 |
| 2 | 8 | 5 | 6 |
| 3 | 9 | 6 | 12 |
| 4 | 8 | 5 | 4 |
| 5 | 12 | 12 | 6 |

Запишите в таблицу номера выбранных колебательных контуров.

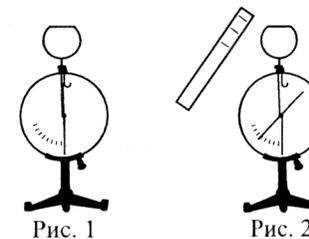
Ответ:

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21 К шару незаряженного электрометра (рис. 1) приблизили отрицательно заряженную палочку. Хотя палочка не касалась шара, стрелка электрометра отклонилась от вертикали (рис. 2). Какой по знаку заряд приобрела стрелка электрометра? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

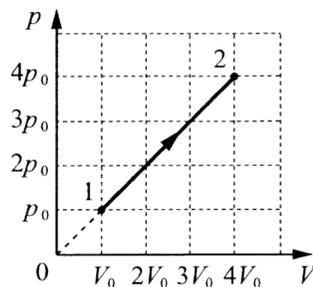


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22 Два маленьких тела массами $m_1 = 50$ г и m_2 связаны невесомой нерастяжимой горизонтальной нитью и находятся на гладкой горизонтальной плоскости. Тело массой m_1 тянут горизонтально влево с силой $F = 4$ Н, при этом модуль силы натяжения нити равен 3,2 Н (см. рисунок). Чему равна масса второго тела m_2 ?

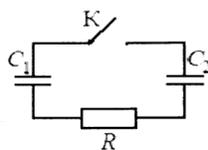


- 23 Идеальный одноатомный газ перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Во сколько раз при этом изменилась внутренняя энергия газа?

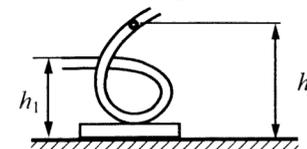


- 24 В двух сосудах имеется по $M = 4,18$ кг воды одинаковой температуры. В первый сосуд вливают $m = 0,42$ кг воды при температуре 100°C , во второй вводят столько же водяного пара при температуре 100°C . На сколько градусов температура воды в одном сосуде будет выше, чем в другом после установления в каждом из них теплового равновесия? Потерями тепла в окружающую среду и теплоёмкостью сосудов пренебречь.

- 25 Конденсаторы ёмкостью $C_1 = 4$ нФ и $C_2 = 12$ нФ, заряженные до напряжений соответственно $U_1 = 20$ В и $U_2 > U_1$, соединили одноимённо заряженными обкладками так, как показано на рисунке. При этом выделилось количество теплоты $Q = 8 \cdot 10^{-9}$ Дж. Найдите напряжение U_2 , до которого был заряжен второй конденсатор.



- 26 Изогнутая жёсткая трубка укреплена на бруске, расположенном на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рисунок). Левый конец трубки горизонтален и находится на расстоянии $h_1 = 40$ см от стола. В трубке на расстоянии h_2 от поверхности стола удерживают шарик, который может скользить по трубке без трения. Масса бруска с трубкой в 8 раз больше массы шарика. В начальный момент все тела покоятся. Шарик отпускают. В результате брусок с трубкой начинают двигаться поступательно, не отрываясь от стола. Определите высоту h_2 , если шарик вылетает из трубки со скоростью 2 м/с относительно стола.
Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



! Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.