

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится ≈ 4 ч (235 мин). Работа состоит из 2 частей, включающих 32 задания.

Часть 1 содержит 24 задания с кратким ответом. Из них часть заданий с записью ответа в виде числа, слова или двух чисел, часть заданий на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр. В заданиях с кратким ответом в виде числа это число необходимо записать в указанном месте. В бланк ответов № 1 запишите только число или формулу. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ к заданиям с 28 по 32 части 2 включает подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При выполнении заданий 28–32 значение искомой величины следует записать в тех единицах, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитав каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются, следует отвечать только после того, как понят вопрос и проанализированы все варианты ответа.

Выполняются задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает затруднение, его можно пропустить, а затем вернуться к нему, если останется время.

Выполнение различных по сложности заданий оценивается одним или более баллами. Полученные баллы суммируются. Чтобы набрать наибольшее количество баллов, надо выполнить как можно больше заданий.

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться при выполнении работы. Другие справочные данные можно использовать из задачников (справочников).

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
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}
санتي	с	10^{-2}	фемто	ф	10^{-15}

Константы

Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
Газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Астрономические постоянные

Масса Земли	$6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Масса Солнца	$2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Расстояние между Землёй и Солнцем 1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Примерное число секунд в году	$3 \cdot 10^7 \text{ с}$

Соотношения между различными единицами

Температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
Электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Нормальные условия: давление 10^5 Па , температура $0 \text{ }^\circ\text{С}$

Масса частиц

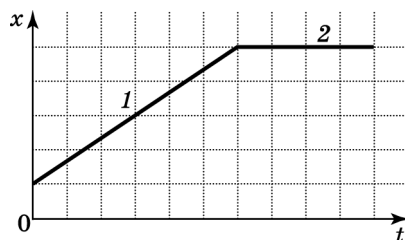
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,009 \text{ а.е.м.}$

ВАРИАНТ 15

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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** Легкоподвижная тележка катится по гладкому горизонтальному полу. На рисунке изображён график зависимости координаты тележки X от времени движения t в инерциальной системе отсчёта, связанной с полом. Сопротивлением воздуха и трением о поверхность можно пренебречь. На основании графика можно утверждать, что



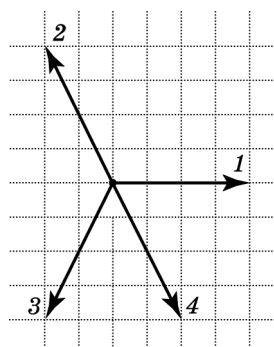
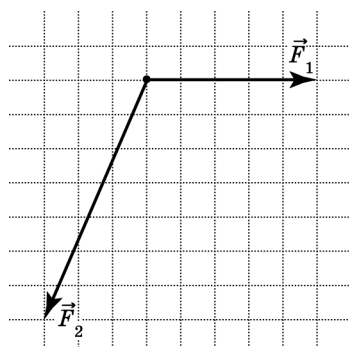
- 1) на участке 1 тележка движется равномерно, а на участке 2 — равноускоренно
- 2) на участке 1 тележка движется равномерно, а на участке 2 — покоится
- 3) на участке 1 тележка движется равноускоренно, на участке 2 — равномерно
- 4) на участке 1 тележка движется равноускоренно, а на участке 2 — покоится
- 5) на участке 2 равнодействующая всех сил, действующих на тележку, равна нулю

Выберите **два верных** утверждения и запишите в таблицу их номера.

О т в е т:

--	--

- 2** На тело в инерциальной системе отсчёта действуют две силы F_1 и F_2 (см. рис. а). Какой из векторов — 1, 2, 3 или 4 (см. рис. б) — правильно указывает направление ускорения тела в этой системе отсчёта?



О т в е т:

--

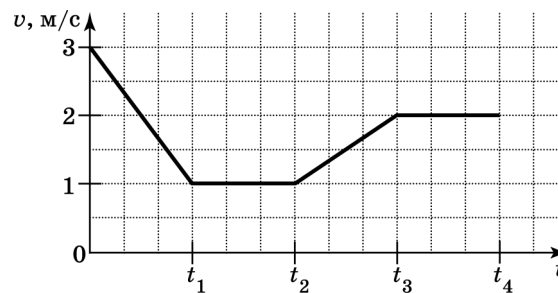
- 3 Два спортсмена, стоящие на льду на коньках, оттолкнулись друг от друга и разъехались. Масса первого спортсмена $m_1 = 50$ кг, масса второго $m_2 = 70$ кг. Чему равно отношение скоростей спортсменов $\frac{v_1}{v_2}$ после отталкивания? Трением о поверхность льда пренебречь.

Ответ: _____ .

- 4 Нитяной маятник отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили. Через какую часть периода колебаний T кинетическая энергия маятника достигнет максимального значения? Сопротивлением воздуха пренебречь. Начальную скорость тела считать равной нулю.

Ответ: _____ .

- 5 Трамвайный вагон движется на горизонтальном участке дороги. На рисунке изображён график зависимости модуля скорости вагона от времени движения в инерциальной системе отсчёта. В какие промежутки времени равнодействующая сила, действующая на вагон со стороны других тел, не равнялась нулю?



Ответ: _____ .

- 6 Установите соответствие между характеристикой механического колебания маятника и формулой её расчёта. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЕБАНИЯ

- А) период колебаний нитяного маятника
 Б) полная энергия пружинного маятника

ФОРМУЛА РАСЧЁТА

- 1) $2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$
 2) $2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$
 3) $\frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$
 4) $mgh + \frac{mv^2}{2}$
 5) $\frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$

Ответ:

А	Б

7 На горизонтальный металлический диск положили брусок. Диск привели во вращение с некоторой угловой скоростью. В ходе эксперимента период вращения диска уменьшили. Положение бруска на диске осталось прежним. Как изменились при этом физические величины: угловая скорость диска, центростремительное (нормальное) ускорение бруска, сила нормального давления бруска на опору?

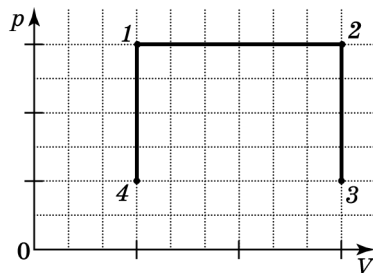
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Угловая скорость диска	Центростремительное (нормальное) ускорение бруска	Сила нормального давления бруска на опору

8 На рисунке изображено изменение состояния идеального одноатомного газа. Изохорный процесс изображён на участке



О т в е т : _____ .

9 В сосуде находится идеальный одноатомный газ. Объём газа, расширяющегося при постоянном давлении 50 кПа, увеличился на 1,5 л. Чему равна работа, совершенная газом в этом процессе?

О т в е т : _____ Дж.

10 Имеются два бруска: железный и стальной. Начальные температуры брусков одинаковы. Железный брусок получил количество теплоты Q . Как изменится количество теплоты, полученное стальным бруском в процессе нагревания его до той же температуры, что и железный брусок? Массы брусков считать одинаковыми, изменения агрегатного состояния веществ не происходит. Запишите ответ словом (словами) (уменьшится, увеличится, не изменится).

О т в е т : _____ .

- 11** Установите соответствие между природным процессом (явлением) и названием теплообмена. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРИРОДНЫЙ ПРОЦЕСС (ЯВЛЕНИЕ)

- А) Во время дневного берегового бриза у поверхности земли ветер дует с водоёма на берег. Дневной бриз происходит следующим образом: днём суша прогревается быстрее воды; нагретый над сушей воздух поднимается вверх, а на его место поступает холодный воздух с водоёма.
- Б) Земля находится от Солнца на расстоянии примерно в 150 млн км. Солнечное излучение проходит сквозь космическое пространство, атмосферу и достигает поверхности Земли.

НАЗВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА

- 1) теплопроводность
 2) конвекция в жидкостях
 3) конвекция в газах
 4) лучистый теплообмен (излучение)

О т в е т:

А	Б

- 12** Укажите, какой процесс, проводимый над идеальным одноатомным газом, отвечает приведённым условиям (V — занимаемый газом объём, T — абсолютная температура газа, p — давление газа, ν — количество вещества газа).

Установите соответствие между условиями проведения процессов и их названиями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА

- А) $pV = \text{const}$, $\nu = \text{const}$
 Б) $\frac{V}{T} = \text{const}$, $\nu = \text{const}$

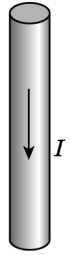
НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА

- 1) адиабатный
 2) изохорный
 3) изотермический
 4) изобарный

О т в е т:

А	Б

- 13 На рисунке изображён проводник, через который идёт постоянный электрический ток I . Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции в точке A (вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя)? Ответ запишите словом (словами).

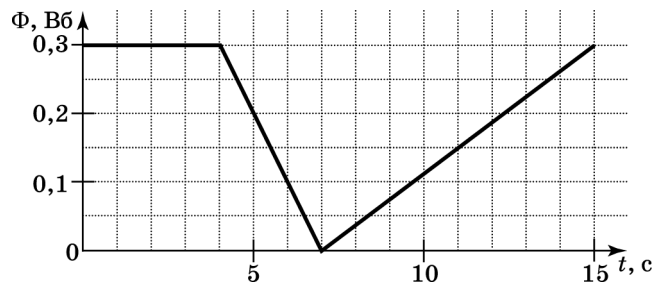


Ответ: _____.

- 14 При изучении теплового действия тока в качестве нагревателя используется спираль, опущенная в воду калориметра. При пропускании через спираль постоянного тока за время t выделяется количество теплоты Q . Чему будет равно количество теплоты, выделившееся в нагревателе, если силу тока уменьшить в 4 раза, а время протекания тока t в 2 раза увеличить? Считать, что при пропускании тока сопротивление спирали не изменяется.

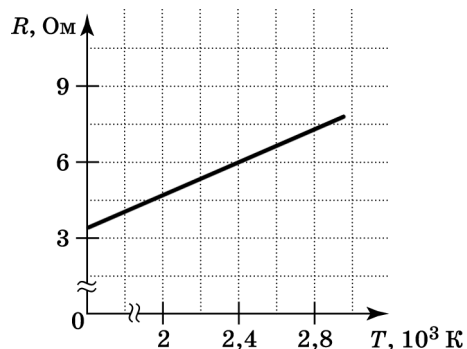
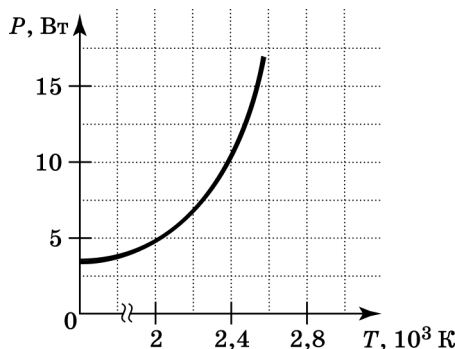
Ответ: _____.

- 15 На рисунке изображён график изменения магнитного потока, пронизывающего катушку. В каком(-ие) промежутке(-и) времени модуль ЭДС индукции равен нулю?



Ответ: _____ с.

- 16 При нагревании спирали лампы накаливания протекающим по ней током основная часть подводимой энергии теряется в виде теплового излучения. На рисунке изображены графики зависимости мощности тепловых потерь лампы $P = P(T)$ и сопротивления спирали $R = R(T)$ от температуры. Определите напряжение, приложенное к спирали, при температуре 2400 К.



Ответ: _____ В.

- 17** Плоский воздушный конденсатор подключён к источнику постоянного тока. После того как конденсатор зарядили, расстояние между его пластинами увеличили, не отключая его от источника тока. Как изменились при этом физические величины: ёмкость конденсатора, его энергия и напряжённость электрического поля между обкладками конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Ёмкость конденсатора	Энергия конденсатора	Напряжённость электрического поля между обкладками

- 18** Установите соответствие между физическими явлениями и приборами для их изучения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- А) постоянный ток
- Б) радиоактивность

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИХ ИЗУЧЕНИЯ

- 1) микроскоп
- 2) барометр
- 3) амперметр
- 4) дозиметр

О т в е т:

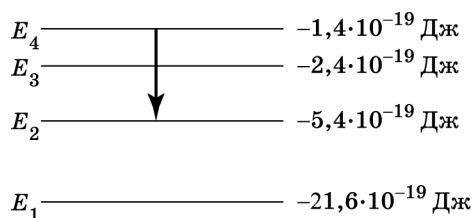
А	Б

- 19** Каков состав ядра изотопа атома менделевия ${}_{101}^{258}\text{Md}$?

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа атома менделевия.

Число протонов	Число нейтронов

- 20** На рисунке изображён фрагмент диаграммы энергетических уровней атомов разреженного газа. Слева указаны энергетические уровни: E_1 — соответствует основному состоянию с минимальным запасом энергии, E_2 , E_3 и т.д. — возбуждённым состояниям. Справа указаны значения энергии, соответствующие разным состояниям. Чему равен модуль энергии фотона, излучённого атомом при переходе электрона с четвёртого энергетического уровня на второй энергетический уровень?



О т в е т : _____ Дж.

21 Как изменяются заряд и массовое число химического элемента в результате бета-излучения изотопа плутония ${}^{241}_{94}\text{Pu}$?

Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

А) заряд

1) увеличивается

Б) массовое число

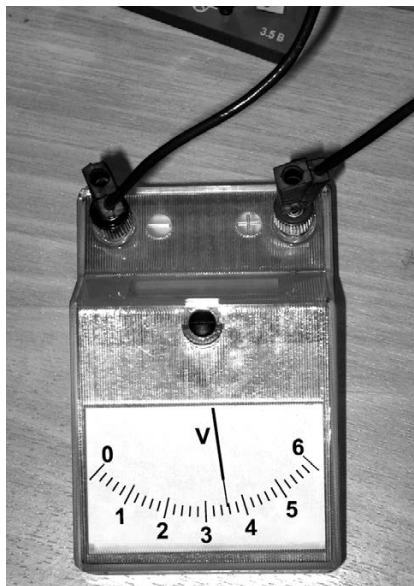
2) не изменяется

3) уменьшается

О т в е т :

А	Б

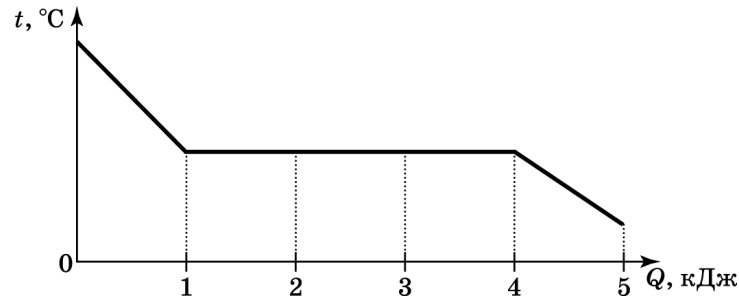
22 На фотографии изображён измерительный прибор — вольтметр. Класс точности прибора $\gamma = 2,5$.



Запишите в ответе показания вольтметра с учётом его погрешности измерений.

О т в е т : (_____ \pm _____) В.

- 23 На рисунке изображена зависимость температуры первоначально жидкого олова от количества выделенного им теплоты. Какое количество теплоты выделилось при кристаллизации олова?



Ответ: _____ кДж.

- 24 Наше Солнце — типичный пример звезды, эволюционировавшей из звёздной туманности 4,6 миллиарда лет назад. На рисунке изображено графическое представление эволюции Солнца.



Через какие промежутки времени Солнце превратится в красного гиганта и белого карлика?

Ответ: _____ млрд лет.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

- 25 Какую работу может совершить мотор автобуса при перевозке груза за 20 мин? Мощность двигателя автобуса 70 кВт.

Ответ: _____ МДж.

26 При сообщении газу 30 кДж теплоты он расширился. При этом внутренняя энергия газа увеличилась на 13 кДж. Какую работу совершил газ?

Ответ: _____ кДж.

27 К потолку высотой 3 м прикреплена лампа накаливания. На высоте 1,5 м от пола параллельно ему расположен непрозрачный квадрат со стороной 1,5 м. Центр лампы и центр квадрата лежат на одной вертикали. Чему равна площадь тени квадрата на полу?

Ответ: _____ м².

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

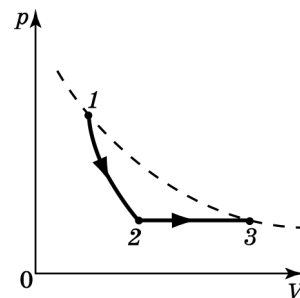
Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находится вода и её пар. Поршень начинают медленно вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара не изменяются. Будет ли изменяться при этом масса воды в сосуде? Ответ обоснуйте.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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. Если требуется, то следует рассчитать числовое значение искомой величины, если нет — оставить решение в буквенном виде.

29 Маленький стальной шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от неё. Угол наклона плоскости к горизонту равен α . На какое расстояние L по горизонтали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна v_0 .

30 На рисунке изображено адиабатное и изобарное расширение идеального одноатомного газа. Конечная температура газа равна начальной. За весь процесс 1–2–3 газом совершена работа, равная 20 кДж. Чему равна работа, совершённая газом при изобарном расширении?



31 В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности 6 мА , а амплитуда колебаний заряда конденсатора 4 нКл . В момент времени t сила тока в катушке равна 3 мА . Каков заряд конденсатора в этот момент?

32 Препарат, активность которого равна $1,7 \cdot 10^{12}$ частиц в секунду, помещён в калориметр, заполненный дистиллированной водой при $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Сколько времени потребуется, чтобы довести до кипения 7 г воды, если известно, что данный препарат испускает α -частицы энергией $5,3 \text{ МэВ}$, причём энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию? Теплоёмкостью препарата, калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.