

Демонстрационный вариант Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из 32 заданий.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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

Желаем успеха!

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}

Константы

число π

$$\pi = 3,14$$

ускорение свободного падения на Земле

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

гравитационная постоянная

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

универсальная 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

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

скорость света в вакууме

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

коэффициент пропорциональности в законе Кулона

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

постоянная Планка

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

Соотношение между различными единицами

температура

$$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$$

атомная единица массы

$$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

1 атомная единица массы эквивалентна

$$931,5 \text{ МэВ}$$

1 электронвольт

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

1 астрономическая единица

$$1 \text{ а. е.} \approx 150000000 \text{ км}$$

1 световой год

$$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$$

1 парсек

$$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$$

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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_3 = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_C = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг·К)}$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг·К)}$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

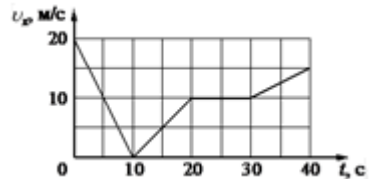
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – 0°C **Молярная масса**

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

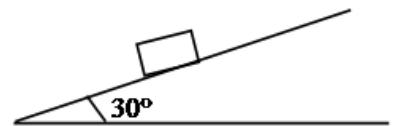
1

На рисунке приведен график зависимости проекции скорости v_x материальной точки от времени t . Определите по графику модуль ускорения точки в момент времени $t = 5 \text{ с}$.

Введите ответ (целое число): _____ м/с².

2

Деревянный брусок массой $0,2 \text{ кг}$ равномерно скользит вниз по деревянной наклонной плоскости, образующей угол 30° с горизонтом. Сила трения, действующая на брусок равна... _____ (Н)



- 1) 0 2) 0,5 3) 1 4) 1,5 5) 2

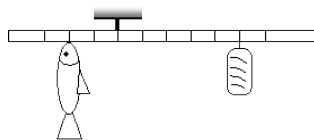
3

Тело массой 100 г начинает свободно падать с высоты 8 м. Его кинетическая энергия на высоте 4 м равна...

Введите ответ (целое число): _____ Дж.

4

Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах с коромыслом из легкой рейки (см. рисунок). В качестве гири он использовал батон хлеба массой 1 кг. Масса рыбы равна... (кг)



- 1) 0,4
- 2) 0,5
- 3) 1
- 4) 2
- 5) 2,5

5

В таблице представлены данные о положении шарика, прикрепленного к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси Oх, в различные моменты времени. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их.

t, c	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, мм$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

- 1) Потенциальная энергия пружины в момент времени 1,0 с минимальна.
- 2) Период колебаний шарика равен 2,0 с.
- 3) Кинетическая энергия шарика в момент времени 2,0 с минимальна.
- 4) Амплитуда колебаний шарика равна 15 мм.
- 5) Полные механические энергии маятника, состоящего из шарика и пружины, в моменты времени 3,0 с и 4,0 с равны друг другу.

6

Теплоход всплывает из Волги в солёное Каспийское море. Как изменятся при этом сила Архимеда, действующая на теплоход, и глубина его погружения в воду, если плотность соленой воды больше чем плотность пресной воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Цифры в ответе могут повторяться.

Сила Архимеда	Глубина погружения теплохода

7

Два пластилиновых шарика массами $2m$ и m находятся на горизонтальном гладком столе. Первый из них движется ко второму со скоростью v , а второй покоится относительно стола. Укажите формулы, по которым можно рассчитать модули изменения скоростей шариков в результате их абсолютно неупругого удара. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и выберите цифры для соответствующих букв.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЛИЧИНЫ

А) модуль изменения скорости первого шарика.

Б) модуль изменения скорости второго шарика

ФОРМУЛЫ

1) $|\Delta v| = v$

2) $|\Delta v| = \frac{2}{3}v$

3) $|\Delta v| = 2v$

4) $|\Delta v| = \frac{1}{3}v$

А	Б

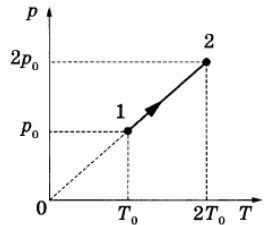
8

Концентрацию молекул идеального одноатомного газа увеличили в 4 раза. Одновременно в 2 раза уменьшили абсолютную температуру газа. Конечное давление газа 200 кПа. Каково начальное давление газа?

Введите ответ (целое число): _____ кПа.

9

На pT – диаграмме показан процесс изменения состояния 4 моль идеального одноатомного газа. В состоянии 1 газ имел температуру $T_0 = 300$ К и объём 3 м^3 . В состоянии 2 объём газа равен... _____ (м^3)
(выберите 1 ответ)



- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 6 5) 12

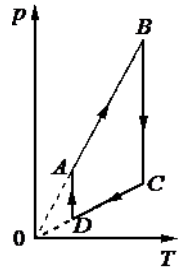
10

В закрытом сосуде при температуре 100°C под поршнем находится водяной пар под давлением 40 кПа. Если, сохраняя температуру пара неизменной, объём пара уменьшить в 4 раза, то его давление станет равным... _____ (кПа) (выберите 1 ответ)

- 1) 10 2) 20 3) 40 4) 100 5) 160

11

На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах p – T , где p – давление газа, T – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.



- 1) Газ за цикл не совершает работу.
- 2) В процессе AB газ отдаёт положительное количество теплоты.
- 3) В процессе BC внутренняя энергия газа увеличивается.
- 4) В процессе CD работа газа равна нулю.
- 5) В процессе DA газ изотермически сжимают.

12

Температуру холодильника идеальной тепловой машины увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

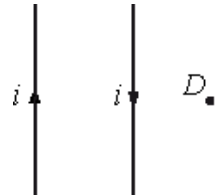
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась.

Цифры в ответе могут повторяться.

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

13

По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи i (см. рисунок). Вектор индукции создаваемого ими магнитного поля в точке D имеет направление... (выберите 1 ответ)



- 1) вправо
- 2) влево
- 3) вверх
- 4) вниз
- 5) к наблюдателю

14

Разность потенциалов между пластинами плоского воздушного конденсатора, подключенного к источнику постоянного напряжения, равна 10 В. Какой станет разность потенциалов между пластинами, если расстояние между пластинами уменьшится в 2 раза? Введите ответ (целое число): _____ В.

15

При равномерном убывании силы тока в катушке от 2 А до нуля возникает ЭДС самоиндукции 0,5 В. Определите время убывания силы тока, если энергия магнитного поля катушки в начале этого интервала времени равна 1 Дж.

Введите ответ (целое число): _____ с.

16

По проволочному резистору течёт ток. Резистор заменили на другой, с проволокой из того же металла и той же длины, но имеющей вдвое меньшую площадь поперечного сечения, и пропустили через него вдвое меньший ток. Выберите **два** верных утверждения о физических величинах, характеризующих эти опыты

- 1) Сопротивление второго резистора в 2 раза больше, чем первого.
- 2) Мощность, выделяемая на резисторе, во втором опыте осталась прежней.
- 3) Сопротивление второго резистора в 2 раза меньше, чем первого.
- 4) Напряжение на резисторе во втором опыте не изменилось.
- 5) Мощность, выделяемая на резисторе, во втором опыте увеличилась в 2 раза.

Ответ:

--	--

17

α – частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по таким же траекториям стали двигаться протоны, обладающие той же скоростью. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца? Для каждой величины определите характер её изменения:

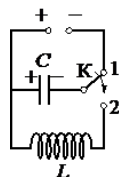
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Цифры в ответе могут повторяться.

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца

18

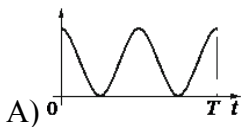
Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. (T – период электромагнитных колебаний в контуре) Установите соответствие



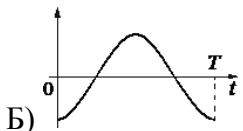
между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ



- 1) энергия магнитного поля катушки
- 2) сила тока в катушке
- 3) заряд правой обкладки конденсатора
- 4) энергия электрического поля конденсатора



А	Б

19 В результате серии α и β – распадов торий ${}^{232}_{90}\text{Th}$ превращается в радий ${}^{224}_{88}\text{Ra}$. Какое количество β – распадов он испытывает при этом?

Введите ответ (целое число): _____

20 Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия испытывают α -распад с периодом полураспада 3,6 суток. Определите количество гелия (в мкмоль) в сосуде через 7,2 суток, если в начальный момент времени образец содержал 8 мкмоль радия.

Введите ответ (целое число): _____(мкмоль).

21

На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и их максимальная кинетическая энергия? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

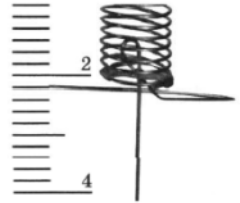
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась.

Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов, вылетающих в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

22

С помощью динамометра измеряют силу. Если погрешность прямого измерения силы равна половине цены деления динамометра, а шкала динамометра проградуирована в Н, то правильно записанный результат измерения имеет вид...

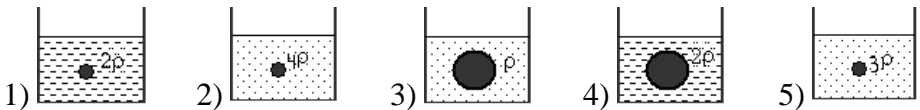


(выберите 1 ответ)

- 1) $2,20 \pm 0,05$ 2) $2,10 \pm 0,05$ 3) $2,2 \pm 0,1$ 4) $2,1 \pm 0,1$ 5) $2,2 \pm 0,05$

23

Ученик изучает закон Архимеда, изменяя в опытах объем, погруженного в жидкость тела и плотность жидкости. Какие два опыта он должен выбрать, чтобы обнаружить зависимость архимедовой силы от объема погруженного тела? (На рисунках указана плотность жидкости.)



Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие
Менкалинан (в Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эль-Нат	14 000	5	4,2	Телец

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Выберите **все правильные** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звёзды Альдебаран и Эль-Нат имеют одинаковую массу, следовательно, относятся к одному спектральному классу.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Температура поверхности звезды Менкалинан почти в 1,5 раза ниже, чем поверхности Солнца.
- 4) Звезда Бетельгейзе относится к красным звёздам спектрального класса M .
- 5) Звезды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, следовательно, находятся на одинаковом расстоянии от Земли.

Маленький брусок, скользящий по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью 6 м/с, въезжает на шероховатый участок. Какой путь пройдёт брусок по шероховатому участку до остановки, если коэффициент трения равен 0,3?

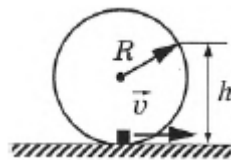
Введите ответ (целое число): _____(м)

В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ заливают $m = 1$ кг воды с температурой $t_2 = 44^\circ\text{C}$. Какая масса льда Δm расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде?

Введите ответ (целое число): _____(г)

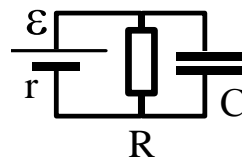
27 На дифракционную решётку, имеющую 400 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает луч света, длина волны которого равна 470 нм. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?
Введите ответ (целое число): _____

28 Небольшой кубик после попадания в него пули приобретает скорость 30 м/с и скользит по внутренней поверхности большого гладкого закреплённого кольца радиусом 30 м. на какой высоте h кубик отрывается от кольца и начинает свободно падать?
Введите ответ (целое число): _____ (м)



29 Аргон расширяется сначала адиабатно, потом изотермически, при этом конечная абсолютная температура в два раза ниже начальной. Совершенная газом за весь процесс работа $A = 5$ Дж. Какое количество тепла было получено газом в процессе, если начальное давление и объём $p_1 = 1$ кПа, $V_1 = 4$ л?
Введите ответ (целое число): _____ (Дж)

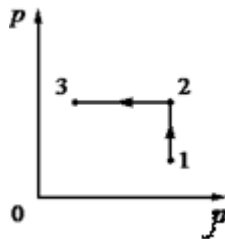
30 К источнику тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 1 Ом подключили параллельно соединённые резистор с сопротивлением 8 Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого 2 мм. Какова напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора?
Введите ответ (целое число): _____ (кВ/м)



31 На экране с помощью тонкой линзы получено изображение карандаша с пятикратным увеличением. Карандаш расположен перпендикулярно главной оптической оси, и плоскость экрана также перпендикулярна этой оси. Экран передвинули на 30 см вдоль главной оптической оси линзы. Затем, при неизменном положении линзы, передвинули карандаш так, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. Определите расстояние между карандашом и его изображением во втором случае.
Введите ответ (целое число): _____ (см)

32

Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах $p - \rho$, где p – давление газа, ρ – его плотность. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, указав законы физики, на которые вы опирались при объяснении.



ОТВЕТЫ к демонстрационному варианту 2020 и количество баллов за задание

Номер задания	Ответ							баллы
1	2							1
2	№3							2
3	4							2
4	№5							1
5	4	5	и	л	и	5	4	4
6	3	2						4
7	4	2						4
8	100							1
9	№3							1
10	№4							1
11	4	5	и	л	и	5	4	4
12	2	2						4
13	№5							1
14	10							1
15	2							2

16	1	4	и	л	и	4	1		4
17	2	2							4
18	4	3							4
19	2								1
20	6								1
21	1	3							4
22	№3								1
23	1	4	и	л	и	4	1		1
24	2	4	и	л	и	4	2		4
25	6								3
26	560								3
27	5								3
28	40								6
29	2								6
30	4								6
31	80								6
32	Проверяется экспертом								10