

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 131

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 39 заданий.

Часть 1 содержит 30 заданий (A1 – A30). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1 – B4), на которые следует дать краткий ответ. Для задания B1 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий B2-B4 в виде числа.

Часть 3 состоит из 5 заданий (C1 – C5), на которые требуется дать развернутый ответ. Необходимо записать законы физики, из которых выводятся требуемые для решения задачи соотношения.

При выполнении заданий части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, 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 прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

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}

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
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 К = -273°C
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

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

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

Удельная теплоемкость	
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	640 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)
алюминия	900 Дж/(кг·К)
меди	380 Дж/(кг·К)
чугуна	500 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

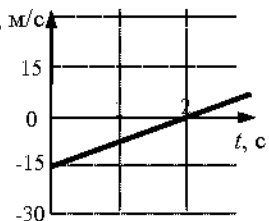
Молярная масса	
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

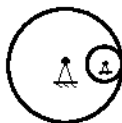
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A30) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Определите по графику ускорение тела, движущегося прямолинейно.

- 1) 2 м/с^2
- 2) $3,75 \text{ м/с}^2$
- 3) 15 м/с^2
- 4) $7,5 \text{ м/с}^2$



A2 Зубчатое колесо радиусом 20 см находится во внутреннем зацеплении с зубчатым колесом радиусом 5 см, расположенным внутри первого колеса. Первое колесо делает 50 оборотов в секунду, вращаясь вокруг неподвижной оси. Период вращения второго колеса равен



- 1) $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$
- 2) $5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$
- 3) 10^{-2} с
- 4) $0,02 \text{ с}$

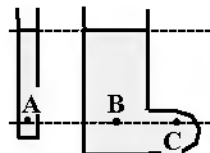
A3 Деревянный брусок, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно под действием горизонтальной силы F по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_1 . Какова масса бруска, если коэффициент трения бруска об опору равен μ ?

- 1) $\frac{F}{6\mu g}$
- 2) $\frac{6F}{\mu g}$
- 3) $\frac{F}{\mu g}$
- 4) $\frac{F}{3\mu g}$

A4 Сила гравитационного притяжения между двумя шариками, находящимися на расстоянии 2 м друг от друга, равна 9 мкН. Какой будет сила притяжения между ними, если расстояние увеличить до 6 м?

- 1) 1 мкН
- 2) 3 мкН
- 3) 6 мкН
- 4) 0,25 мкН

A5 На рисунке изображены два открытых неподвижных сосуда с водой. Штриховые линии на рисунке горизонтальны. При этом давление воды



- 1) во всех точках одинаковое
- 2) максимальное в точке В
- 3) минимальное в точке С
- 4) минимальное в точке А

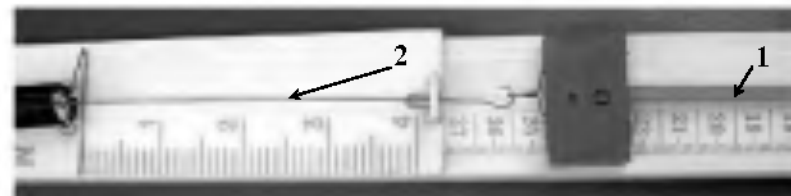
A6 Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108 \text{ км/ч}$ и $v_2 = 54 \text{ км/ч}$. Масса легкового автомобиля $m = 1000 \text{ кг}$. Какова масса грузовика, если импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля на 15000 кг·м/с ?

- 1) 3000 кг
- 2) 4500 кг
- 3) 1500 кг
- 4) 1000 кг

A7 Одинаковые источники звука совершают колебания с одинаковой частотой: первый – в воздухе, второй – в воде. Сравните длины волн, исходящих от источников, если скорость звука в воде выше, чем в воздухе.

- 1) одинаковы у обоих источников
- 2) больше у первого источника
- 3) больше у второго источника
- 4) отношение длин волн меняется с течением времени

A8 При исследовании деформации ленты (1) ученик прикрепил ее правый конец к нулевому делению линейки, а левый – к крючку динамометра (2).



Затем, перемещая динамометр влево, ученик растянул ленту.



Если для ленты выполняется закон Гука, то при действии силы 1,5 Н указатель длины ленты (3) окажется у деления линейки

- 1) 7,5 см
- 2) 5 см
- 3) 34 см
- 4) 32,5 см

A9 Плот плавает по реке со скоростью 0,2 м/с. На плот падает груз массой 10 кг, брошенный с берега перпендикулярно его движению. Горизонтальная скорость груза 1 м/с. При каком отношении масс плота и груза направление движения плота с грузом будет составлять с первоначальным направлением 45° ?

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

A10 В процессе перехода вещества из кристаллического состояния в жидкое

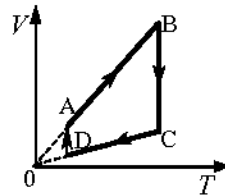
- 1) уменьшается упорядоченность в расположении его молекул
- 2) молекулы перестают притягиваться друг к другу
- 3) существенно увеличивается расстояние между его молекулами
- 4) существенно увеличиваются силы отталкивания между молекулами

A11 Относительная влажность воздуха уменьшилась в 4 раза при неизменной температуре. Плотность водяных паров в воздухе при этом

- 1) увеличилась в 2 раза
- 2) увеличилась в 4 раза
- 3) уменьшилась в 4 раза
- 4) уменьшилась в 2 раза

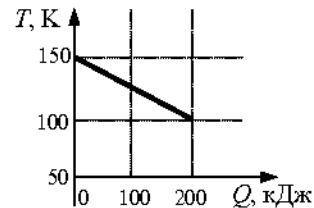
A12 На рисунке показан цикл, осуществляемый с идеальным газом. Изобарному нагреванию соответствует участок

- 1) AB
- 2) BC
- 3) CD
- 4) DA



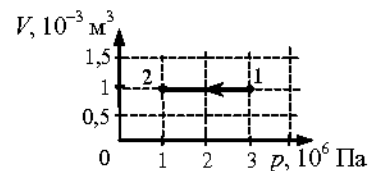
A13 На рисунке показан график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?

- 1) 1,5 кДж/(кг·К)
- 2) 2 кДж/(кг·К)
- 3) 2,5 кДж/(кг·К)
- 4) 4 кДж/(кг·К)



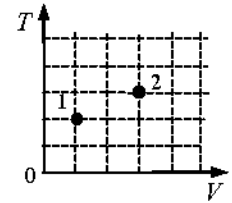
A14 На Vp -диаграмме показан процесс изменения состояния газа. Газ отдал 4 кДж теплоты. Внутренняя энергия газа

- 1) не изменилась
- 2) уменьшилась на 4 кДж
- 3) увеличилась на 4 кДж
- 4) уменьшилась на 3 кДж



A15 В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Как изменится давление газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

- 1) $p_2 = p_1$
- 2) $p_2 = 3p_1$
- 3) $p_2 = 2p_1$
- 4) $p_2 = 0,5p_1$

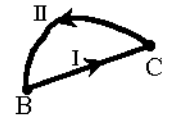


A16 Конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как надо изменить площадь обкладок плоского конденсатора, чтобы после уменьшения заряда его обкладок в 2 раза напряженность электрического поля в зазоре осталась прежней?

- 1) уменьшить в 2 раза
- 2) оставить прежним
- 3) увеличить в 2 раза
- 4) уменьшить в 9 раз

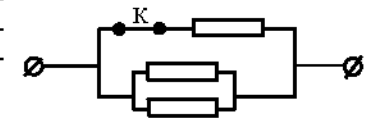
A17 Положительный заряд перемещают в однородном электростатическом поле из точки В в точку С и обратно по траекториям, показанным на рисунке. При перемещении по траектории II силами поля совершена работа А. Суммарная работа этих сил по перемещению заряда в точку С и обратно

- 1) равна 2А
- 2) больше 2А
- 3) меньше 2А
- 4) равна 0



A18 Каким будет сопротивление участка цепи (см. рисунок), если ключ К разомкнуть? (Каждый из резисторов имеет сопротивление R.)

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



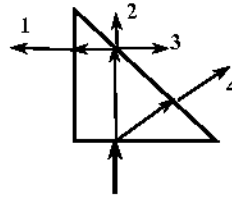
A19 Сколько часов непрерывной работы электрического камина мощностью 2 кВт потребуется, чтобы показания счетчика электроэнергии увеличились с 7580 до 7586? Электрический счетчик измеряет количество электроэнергии с точностью до 1 кВт·ч.

- 1) 12 ч
- 2) 4 ч
- 3) 3 ч
- 4) 0,8 ч

A20 Во сколько раз надо изменить индуктивность катушки, чтобы при неизменном значении силы тока через нее энергия магнитного поля катушки уменьшилась в 9 раз?

- 1) увеличить в 9 раз
- 2) уменьшить в 9 раз
- 3) увеличить в 3 раза
- 4) уменьшить в 3 раза

A21 Луч света падает на грань стеклянной призмы, сечением которой является прямоугольный равнобедренный треугольник (см. рисунок). Какое направление соответствует ходу лучей при прохождении через призму?

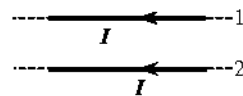


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A22 На шахматной доске на расстоянии трех клеток от вертикального плоского зеркала стоит ферзь. Насколько изменится расстояние между изображением ферзя и зеркалом, если его на три клетки отодвинуть от зеркала?

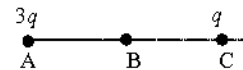
- 1) уменьшится на 3 клетки
- 2) увеличится на 3 клетки
- 3) уменьшится на 4 клетки
- 4) увеличится на 4 клетки

A23 Как направлена сила Ампера, действующая на проводник №1 со стороны проводника №2 (см. рисунок), если проводники тонкие, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу? (I – сила тока.)



- 1) вверх ↑
- 2) от нас ⊗
- 3) к нам ⊙
- 4) вниз ↓

A24 Точка В находится в середине отрезка АС. неподвижные точечные заряды $3q$ и q расположены в точках А и С соответственно (см. рисунок). Какой заряд надо поместить в точку С взамен заряда q , чтобы напряженность электрического поля в точке В увеличилась в 4 раза?

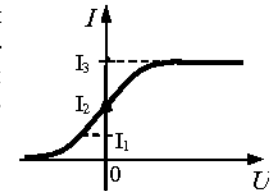


- 1) $3q$
- 2) $-5q$
- 3) $5q$
- 4) $-3q$

A25 В результате остывания тело отдало окружающим телам 18 Дж тепла. Как изменилась при этом, в соответствии с СТО, его масса?

- 1) уменьшилась на $2 \cdot 10^{-16}$ кг
- 2) уменьшилась на $3 \cdot 10^{-8}$ кг
- 3) уменьшилась на $5,4 \cdot 10^{-12}$ кг
- 4) уменьшилась на $6 \cdot 10^{-8}$ кг

A26 На графике приведена полученная в типичном эксперименте зависимость фототока при фотоэффекте от напряжения между электродами при неизменной освещенности. Точке насыщения соответствует значение



- 1) 0
- 2) I_1
- 3) I_2
- 4) I_3

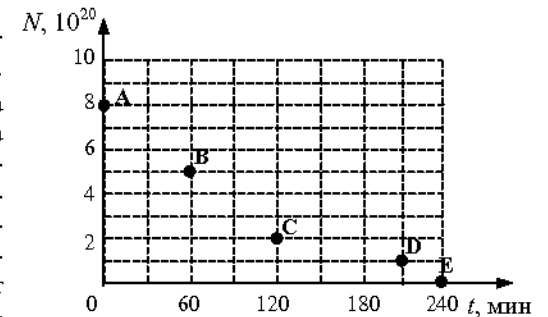
A27 Каков заряд ядра $^{207}_{82}\text{Pb}$ (в единицах элементарного заряда)?

- 1) 289
- 2) 207
- 3) 125
- 4) 82

A28 В результате столкновения ядра урана с частицей произошло деление ядра урана: $^Y_Z\text{X} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{94}_{36}\text{Kr} + ^{139}_{56}\text{Ba} + 3^1_0\text{n}$. Ядро урана столкнулось с

- 1) протоном
- 2) электроном
- 3) нейтроном
- 4) α -частицей

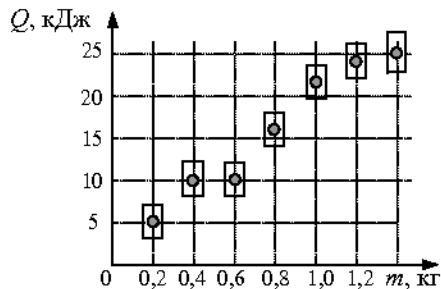
A29 Ядра нептуния $^{240}_{93}\text{Np}$ испытывают β^- -распад с периодом полураспада 60 мин. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер нептуния. Через какую из точек, кроме точки А, пройдет график зависимости от времени числа ядер радиоактивного нептуния в образце?



- 1) В
- 2) С
- 3) D
- 4) E

A30

Ученику задали определить удельную теплоту плавления выданного ему вещества. Он измерял, какое количество теплоты необходимо для плавления разной массы исследуемого вещества, уже нагретого до температуры плавления. Результаты измерений указаны на рисунке с учетом погрешностей измерений. По результатам эксперимента можно сказать, что



- 1) образцы разной массы исследуемого вещества имеют разную удельную теплоту плавления
- 2) удельная теплота плавления увеличивается с увеличением массы образца
- 3) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 15 кДж/кг
- 4) удельная теплота плавления оказалась примерно равной 20 кДж/кг

Часть 2

В задании В1 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

B1

Электрический колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны λ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если число витков катушки индуктивности увеличить?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) период колебаний	1) увеличится
Б) частота	2) уменьшится
В) длина волны	3) не изменится

А	Б	В

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

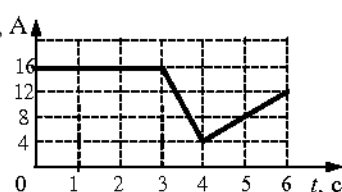
Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В2 – В4), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B2

Груз массой 100 г свободно падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. Какова потенциальная энергия груза в тот момент времени, когда его скорость равна 8 м/с? Принять, что потенциальная энергия груза равна нулю на поверхности Земли.

В3 Для определения удельной теплоемкости вещества тело массой 200 г, нагретое до температуры 100°C, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура воды 23°C. После установления теплового равновесия температура тела и воды оказалась равной 30°C. Определите удельную теплоемкость исследуемого вещества. Теплоемкостью калориметра пренебречь.

В4 На графике показана зависимость i, A тока в проводнике от времени. Определить заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за $\Delta t = 6$ с.



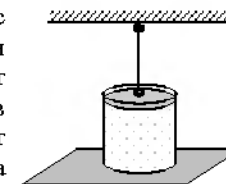
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

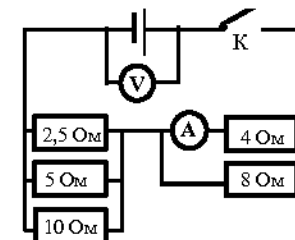
Задания C1 – C5 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Полное правильное решение каждой задачи должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

C1 Из пружинного пистолета выстрелили вертикально вверх. Перед дулом пистолета находилась преграда. Какова скорость пули непосредственно за преградой, если работа, затраченная на преодоление преграды, равна 0,25 Дж? (Жесткость пружины 400 Н/м, пружина была сжата перед выстрелом на 5 см, масса пули 5 г.)

C2 Разогретый сосуд прикрыли поршнем, который с помощью вертикальной нерастяжимой нити соединили с потолком. На сколько процентов от начальной понизится температура воздуха в сосуде к моменту, когда сосуд оторвется от поверхности, на которой он расположен? Масса сосуда 5 кг. Поршень может скользить по стенкам сосуда без трения. Площадь дна сосуда 125 см². Атмосферное давление 10⁵ Па. Тепловым расширением сосуда и поршня пренебречь.



C3 До замыкания ключа К на схеме (см. рисунок) идеальный вольтметр V показывал напряжение 30 В. Внутреннее сопротивление батареи 0,9 Ом. Что показывает идеальный амперметр А после замыкания ключа? Сопротивления резисторов указаны на рисунке.



C4 В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности равна 5 мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе равна 2,0 В. В некоторый момент времени сила тока в катушке равна 3 мА. Найдите напряжение на конденсаторе в этот момент.

C5 Электрон, выбитый излучением с длиной волны 300 нм из металлической пластинки с работой выхода 2 эВ, попадает в однородное магнитное поле с индукцией 10⁻³ Тл, так что вектор его скорости составляет угол 30° с направлением вектора \vec{B} . С какой максимальной силой может действовать магнитное поле на электрон?