

Вариант 2

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

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 = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ = 9·10 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

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

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	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)		

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

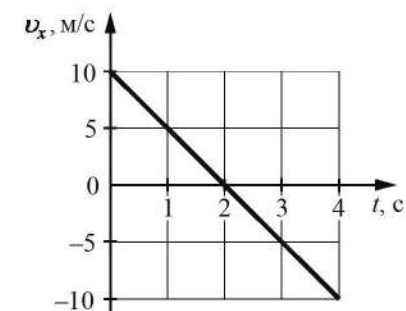
Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

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

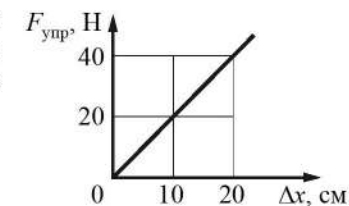
Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке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

- 1 Для тела, движущегося прямолинейно вдоль оси Ox , на рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости от времени t . Определите путь, пройденный телом, в интервале времени от 2 до 4 с.



Ответ: _____ м.

- 2 На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости пружины $F_{\text{упр}}$ от величины её деформации Δx . Определите жёсткость этой пружины.



Ответ: _____ Н/м.

3 Небольшое тело массой 1 кг движется со скоростью 3 м/с. На сколько увеличится кинетическая энергия тела, если его скорость возрастёт в 2 раза?

Ответ: на _____ Дж.

4 Пружинный маятник расположен на гладкой горизонтальной плоскости. Смещение груза этого пружинного маятника меняется относительно положения равновесия с течением времени по закону $x = A \cos \frac{2\pi}{T} t$, где период $T = 1,2$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, потенциальная энергия деформации пружины маятника примет минимальное значение?

Ответ: _____ с.

5 Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. В некоторый момент времени спутник проходит положение *минимального* удаления от Земли. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- 1) Скорость спутника при прохождении этого положения максимальна.
- 2) Полная механическая энергия спутника при прохождении этого положения максимальна.
- 3) Импульс спутника при прохождении этого положения минимален.
- 4) Ускорение спутника при прохождении этого положения минимально.
- 5) Сила притяжения спутника к Земле при прохождении этого положения максимальна.

Ответ: _____.

6 В первой серии опытов брусок с грузом перемещали при помощи нити равномерно и прямолинейно вверх по наклонной плоскости. Во второй серии опытов точно так же перемещали этот брусок, закрепив на нём ещё один груз. В обоих случаях нить была параллельна наклонной плоскости. Как изменились при переходе от первой серии опытов ко второй сила натяжения нити и коэффициент трения между бруском и плоскостью? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

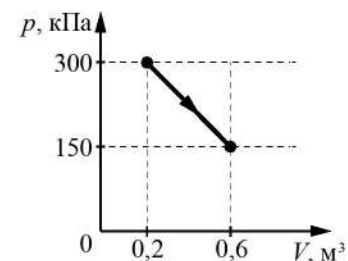
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила натяжения нити	Коэффициент трения

7 Концентрацию атомов неона уменьшили в 4 раза. Давление газа при этом снизилось в 2 раза. Во сколько при этом раз увеличилась средняя кинетическая энергия теплового движения атомов неона?

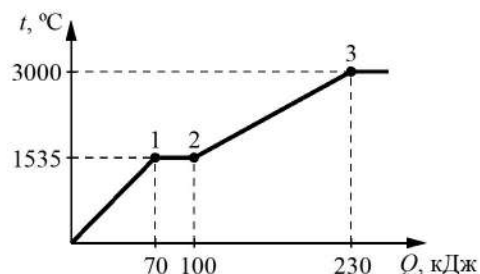
Ответ: в _____ раз(а).

8 На графике показан процесс, проведённый над газом. Найдите работу газа в этом процессе.



Ответ: _____ кДж.

- 9 Твёрдый образец вещества нагревают в печи. По мере поглощения количества теплоты Q температура образца t растёт в соответствии с графиком.



Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений.

- 1) Температура плавления вещества равна $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 2) Удельная теплоёмкость вещества в жидком состоянии меньше, чем в твёрдом.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия вещества увеличивается.
- 4) В состоянии 1 вещество полностью расплавилось.
- 5) Для того, чтобы полностью расплавить образец вещества, уже находящийся при температуре плавления, ему надо передать количество теплоты, равное 30 кДж .

Ответ: _____.

- 10 Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температуру нагревателя тепловой машины понизили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

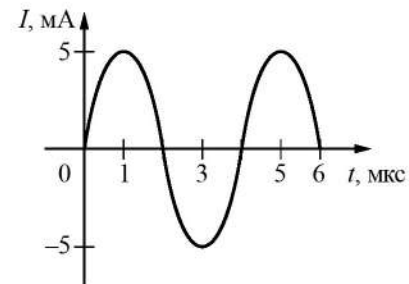
- 11 Сила тока, текущего по проводнику, равна 3 А . Какой заряд пройдёт через поперечное сечение проводника за 1 мин ?

Ответ: _____ Кл.

- 12 Определите индуктивность катушки, по которой протекает электрический ток силой 2 А , если энергия магнитного поля этой катушки составляет 80 мДж .

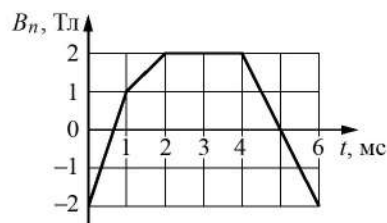
Ответ: _____ мГн.

- 13 На рисунке приведён график зависимости силы тока в идеальном колебательном контуре от времени в процессе свободных электромагнитных колебаний. Каким станет период свободных электромагнитных колебаний в контуре, если конденсатор в этом контуре заменить на другой, ёмкость которого в 4 раза больше?



Ответ: _____ мкс.

14 Проволочная рамка площадью 50 см^2 помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна вектору индукции \vec{B} . Проекция B_n индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени t согласно графику на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

- 1) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, минимален в интервале времени от 1 до 2 мс.
- 2) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 2 до 4 мс равен 10 мВб .
- 3) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 мс равен 10 В .
- 4) Модуль скорости изменения магнитного потока через рамку максимален в интервале времени от 4 до 6 мс.
- 5) Модуль ЭДС электромагнитной индукции, возникающей в рамке, максимален в интервале времени от 2 до 4 мс.

Ответ: _____.

15 Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Что произойдёт со скоростью этой частицы и периодом её обращения в данном поле при увеличении её кинетической энергии?

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.

Скорость	Период обращения

16 Ядро изотопа тория ${}^{232}_{90}\text{Th}$ испытывает три α -распада, в результате которых образуется ядро химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Определите заряд Z (в единицах элементарного заряда) ядра X .

Ответ: _____.

17 При исследовании законов фотоэффекта фотоэлемент освещался источником света, мощность которого можно менять, сохраняя частоту излучения неизменной. Как при увеличении мощности источника изменятся энергия каждого из фотонов, падающих на фотоэлемент, и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия каждого из фотонов, падающих на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

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

- 1) При резонансе в механической колебательной системе амплитуда установившихся вынужденных колебаний резко возрастает.
- 2) Конденсацией называют процесс преобразования твёрдого вещества в пар, минуя жидкую фазу.
- 3) При электрическом разряде в газе перенос заряда обеспечивается только положительно заряженными ионами.
- 4) Вынужденными электромагнитными колебаниями называют колебания в цепи под действием внешней периодически изменяющейся электродвижущей силы.
- 5) При электронном β -распаде ядра выполняются закон сохранения электрического заряда и закон сохранения импульса.

Ответ: _____.

19

На фотографии изображён термометр, который используют для измерения температуры на улице по шкале Цельсия и шкале Фаренгейта. Чему равна температура по шкале Фаренгейта? Абсолютная погрешность измерения равна цене деления термометра.



Ответ: (_____ ± _____) °F.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность керосина. Для этого школьник взял пустую мензурку и металлический цилиндр с крючком. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования следует дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) стакан с бензином
- 2) линейка
- 3) стакан с керосином
- 4) динамометр
- 5) термометр

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

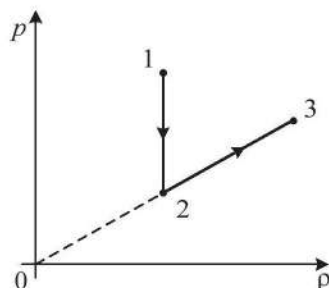


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

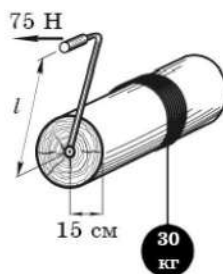
Для записи ответов на задания 21–26 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 21 1 моль неона участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах $p - \rho$, где p – давление газа, ρ – плотность газа. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.

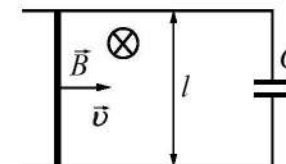


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

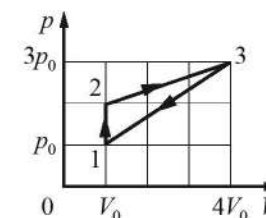
- 22 Какой длины l должна быть рукоятка ворота, чтобы силой в 75 Н равномерно поднять груз массой 30 кг (см. рисунок)? Радиус вала ворота равен 15 см, трением пренебречь. Сила приложена перпендикулярно рукоятке l .



- 23 По горизонтально расположенным двум параллельным рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением и замкнутым на конденсатор электроёмкостью C скользит поступательно и равномерно проводящий стержень (см. рисунок). Скорость движения стержня $v = 1$ м/с. Расстояние между рельсами $l = 0,2$ м. Рельсы со стержнем находятся в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл. При этом энергия электрического поля конденсатора W через достаточно большой промежуток времени равна 0,1 мкДж. Чему равна электроёмкость конденсатора? Рельсы закреплены на диэлектрической подложке.

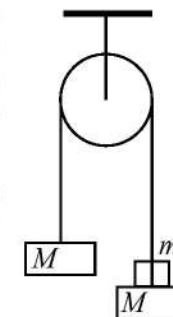


- 24 В цикле, показанном на pV -диаграмме, $\nu = 5$ моль разреженного гелия получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{нагр}} = 240$ кДж. Найдите температуру T_2 гелия в состоянии 2.



- 25 Ион с зарядом $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл и массой $m = 1,5 \cdot 10^{-25}$ кг проходит ускоряющую разность потенциалов $U = 2$ кВ и после этого попадает в однородное магнитное поле, в котором движется по окружности радиусом $R = 0,2$ м. Определите модуль индукции B магнитного поля. Считать, что установка находится в вакууме. Силой тяжести и скоростью иона до прохождения ускоряющей разности потенциалов пренебречь.

- 26 Два одинаковых груза массой $M = 400$ г связаны между собой невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый гладкий блок, неподвижно закреплённой на потолке (см. рисунок). На один из грузов кладут брусок массой $m = 200$ г. С какой силой F брусок будет давить на груз? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы и брусок. **Обсудите применимость законов, используемых для решения задачи.**



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