

**НОМЕР КИМ****Инструкция по выполнению работы**

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Экзаменационная работа включает в себя 25 заданий.

Ответы к заданиям 1, 2, 4, 11–14, 16, 18 и 19 записываются в виде последовательности цифр. Ответом к заданиям 3 и 15 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответы к заданиям 5–10 записываются в виде целого числа или конечной десятичной дроби с учётом указанных в ответе единиц. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1. Единицы измерения в ответе указывать не надо.

К заданиям 17, 20–25 следует дать развернутый ответ. Задания выполняются на бланке ответов № 2. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Ответы записывайте чётко и разборчиво. Задание 17 экспериментальное, и для его выполнения необходимо воспользоваться лабораторным оборудованием.

При вычислениях разрешается использовать линейку и 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
гига	Г	$10^9$
мега	М	$10^6$
кило	к	$10^3$
гекто	г	$10^2$
санти	с	$10^{-2}$
милли	м	$10^{-3}$
микро	мк	$10^{-6}$
нано	н	$10^{-9}$

Константы	
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
элементарный электрический заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

Плотность			
бензин	$710 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	древесина (сосна)	$400 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
спирт	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	парафин	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
керосин	$800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	лёд	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
масло машинное	$900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	алюминий	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода	$1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	мрамор	$2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
молоко цельное	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	цинк	$7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
вода морская	$1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	сталь, железо	$7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
глицерин	$1260 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	медь	$8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ртуть	$13\,600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	свинец	$11\,350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Удельная			
теплоёмкость воды	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость спирта	$2400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота парообразования спирта	$9,0 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость льда	$2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость алюминия	$920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления стали	$7,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость стали	$500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления олова	$5,9 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость цинка	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость меди	$400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания спирта	$2,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость олова	$230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания керосина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость свинца	$130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	теплота сгорания бензина	$4,6 \cdot 10^7 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
теплоёмкость бронзы	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		

Температура плавления		Температура кипения	
свинца	327 °С	воды	100 °С
олова	232 °С	спирта	78 °С
льда	0 °С		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ (при 20 °С)			
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

**Нормальные условия:** давление  $10^5$  Па, температура 0 °С



**Ответом к заданиям 1, 2, 4, 11–14, 16, 18 и 19 является последовательность цифр. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Ответом к заданиям 3 и 15 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 5–10 является число. Единицы измерения в ответе указывать не надо. 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. Ответы на задания 17, 20–25 запишите на БЛАНКЕ ОТВЕТОВ № 2.**

- 1** Установите соответствие между физическими понятиями и их определениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ**

- А) молекула
- Б) нейтрон
- В) протон

**ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

- 1) положительно заряженная элементарная частица
- 2) частица, имеющая нулевую массу
- 3) наименьшая частица вещества, несущая его химические свойства
- 4) электрически нейтральная частица, имеющая массу, равную массе электрона
- 5) нейтральная частица, входящая в состав атомного ядра

Ответ:

А	Б	В

- 2** Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $m$  – масса;  $Q$  – количество теплоты;  $t$  – температура;  $c$  – удельная теплоёмкость вещества.

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

**ФОРМУЛЫ**

- А)  $cm(t_2 - t_1)$
- Б)  $\frac{Q}{m}$

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) количество теплоты, выделяемое при конденсации жидкости
- 2) количество теплоты, необходимое для нагревания тела в данном агрегатном состоянии
- 3) удельная теплота плавления вещества
- 4) удельная теплоёмкость вещества

Ответ:

А	Б

- 3** Вода за поршнем всасывающего насоса поднимается примерно на 10 м. Какая физическая величина определяет точное значение высоты подъёма воды?

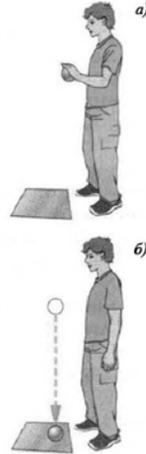
- 1) атмосферное давление
- 2) сила сопротивления
- 3) площадь поршня насоса
- 4) масса воды

Ответ:



4 Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова из приведённого списка.

Свинцовый шар подняли на некоторую высоту над свинцовой плитой и отпустили (рис. а). При падении (А) \_\_\_\_\_ энергия шара возрастает, а (Б) \_\_\_\_\_ энергия уменьшается. После того как шар ударился о свинцовую плиту, он остановился (рис. б). Механическая энергия, которой обладал шар в начале опыта, переходит в (В) \_\_\_\_\_ энергию. При этом изменяется кинетическая энергия частиц свинца. Если измерить температуру шара и плиты сразу после удара, то обнаружится, что они нагрелись. При нагревании тела увеличивается средняя скорость движения частиц. Значит, (Г) \_\_\_\_\_ их средняя кинетическая энергия.



**Список слов:**

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) распространяется
- 5) внутренняя
- 6) кинетическая
- 7) потенциальная
- 8) механическая

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

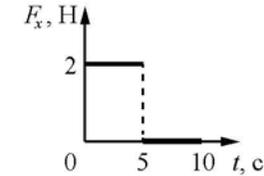
Ответ:

А	Б	В	Г

5 Пешеход, двигаясь по шоссе, прошёл 1200 м за 20 мин. Чему равна средняя скорость пешехода?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\frac{м}{с}$ .

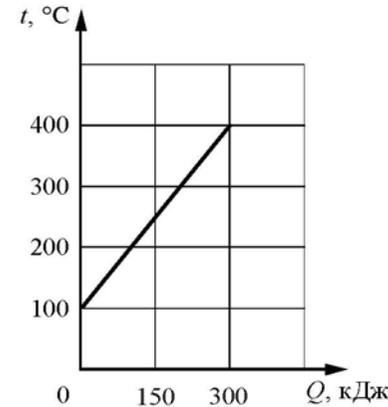
6 Тело движется в положительном направлении оси  $Ox$ . На рисунке представлен график зависимости от времени  $t$  для проекции  $F_x$  силы, действующей на тело.



На сколько увеличилась проекция импульса тела на ось  $Ox$  в интервале времени от 0 до 5 с?

Ответ: на \_\_\_\_\_  $кг \cdot \frac{м}{с}$ .

7 На рисунке представлен график зависимости температуры  $t$  твёрдого тела от полученного им количества теплоты  $Q$ . Масса тела – 2 кг. Чему равна удельная теплоёмкость вещества этого тела?



Ответ: \_\_\_\_\_  $\frac{Дж}{кг \cdot °C}$ .



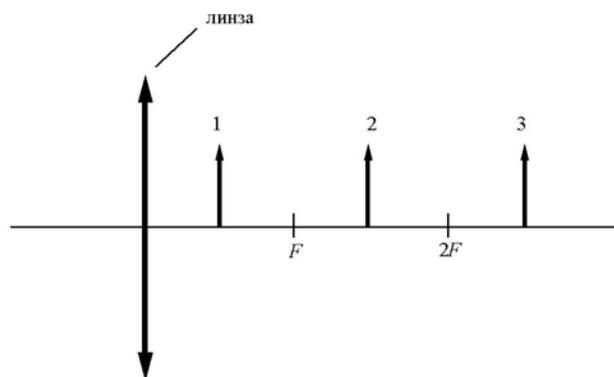
8 Результаты измерения силы тока в резисторе при разных напряжениях на его клеммах показаны в таблице.

$U, В$	0	1	2	3	4	5
$I, А$	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0

Чему равно сопротивление резистора?

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

9 На рисунке изображены три предмета: 1, 2 и 3. Изображение какого предмета в тонкой собирающей линзе, фокусное расстояние которой  $F$ , будет уменьшенным, перевёрнутым и действительным?



Ответ: \_\_\_\_\_.

10 Используя фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, представленный на рисунке, определите, сколько протонов содержит ядро бора с массовым числом 11.

Li 3 Литий 6,94	Be 4 Бериллий 9,013	5 B Бор 10,82	6 C Углерод 12,011	7 N Азот 14,008	8 O Кислород 16	9 F Фтор 19
-----------------------	---------------------------	---------------------	--------------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------

Ответ: \_\_\_\_\_.

11 Мяч, катящийся по ровному горизонтальному футбольному полю, останавливается из-за трения. Как при этом изменяются кинетическая энергия и внутренняя энергия мяча?

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.

Кинетическая энергия мяча	Внутренняя энергия мяча

12 Предмет, находящийся между фокусным и двойным фокусным расстоянием линзы, переместили ближе к двойному фокусному расстоянию. Как при этом изменились расстояние между линзой и изображением предмета и оптическая сила линзы?

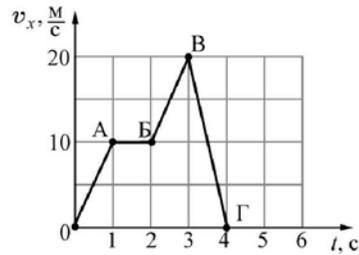
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Расстояние между линзой и изображением предмета	Оптическая сила линзы

13 Тело массой 2 кг движется вдоль оси  $Ox$ . На рисунке представлен график зависимости проекции скорости  $v_x$  этого тела от времени  $t$ . Используя график, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

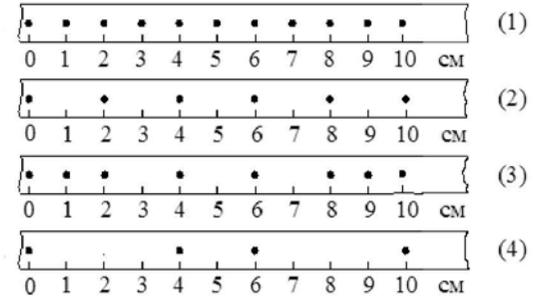


- 1) На участках OA и BB на тело действовала одинаковая по модулю и по направлению равнодействующая сила.
- 2) На участке AB тело двигалось со скоростью, равной по модулю  $1 \frac{M}{c}$ .
- 3) На участке BG ускорение тела равно по модулю  $10 \frac{M}{c^2}$ .
- 4) Модуль равнодействующей силы на участке BG равен 40 Н.
- 5) На участке BB тело двигалось с ускорением, равным по модулю  $2 \frac{M}{c^2}$ .

Ответ:



14 На рисунке точками на линейках показаны положения четырёх движущихся тел, причём положения тел отмечались через каждую секунду.

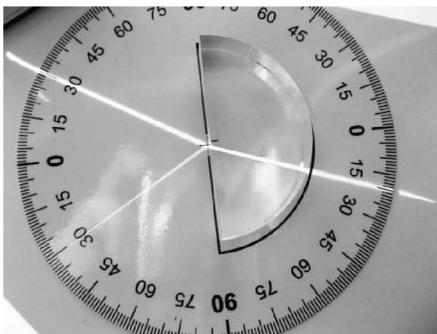


Используя текст и рисунки, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) За первые три секунды движения тело 3 прошло путь 4 см.
- 2) За десять секунд от начала движения наибольший путь пройдет тело 4.
- 3) Средняя скорость движения тела 3 на участке от 0 до 10 см равна  $1,5 \frac{M}{c}$ .
- 4) С наименьшей средней скоростью на участке от 0 до 10 см двигалось тело 1.
- 5) Средняя скорость движения тела 2 на участке от 0 до 6 см равна  $3 \frac{CM}{c}$ .

Ответ:

- 15 На границе воздух-стекло световой луч частично отражается, частично преломляется (см. рисунок).



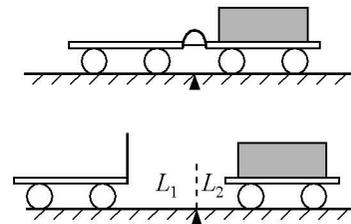
Угол преломления равен примерно

- 1)  $80^\circ$       2)  $70^\circ$       3)  $30^\circ$       4)  $20^\circ$

Ответ:



- 16 Учитель провёл следующий опыт. Взял две одинаковые тележки, к первой из которых прикрепил лёгкую упругую стальную пластинку. Согнул эту пластинку и связал её ниткой, а вторую тележку, на которую поместил груз, приставил к первой так, чтобы она плотно соприкасалась с другим концом пластинки. После пережигания нити пластинка выпрямилась, и обе тележки разъехались на разные расстояния (см. рисунок).



Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Укажите их номера.

- 1) Расстояния, на которые разъезжаются тележки, зависят от упругих свойств пластинки.
- 2) Тележки взаимодействуют друг с другом силами, направленными в противоположные стороны.
- 3) Расстояния, на которые разъезжаются тележки, зависят только от трения между колёсами тележек и поверхностью демонстрационного стола.
- 4) Ускорения, приобретаемые тележками, зависят от массы тележек.
- 5) Ускорения, приобретённые тележками при распрямлении пластинки, равны по модулю.

Ответ:



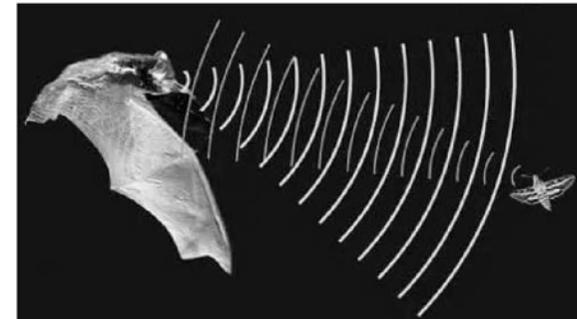
**Прочитайте текст и выполните задания 19 и 20.**

**Как ориентируются летучие мыши**

Летучие мыши обычно живут огромными стаями в пещерах, в которых они прекрасно ориентируются в полной темноте. Влетая и вылетая из пещеры, каждая мышь издает неслышимые нами звуки. Одновременно эти звуки издают тысячи мышей, но это никак не мешает им прекрасно ориентироваться в пространстве в полной темноте и летать, не сталкиваясь друг с другом. Почему летучие мыши могут уверенно летать в полной темноте, не натываясь на препятствия?

В 1793 г. итальянский натуралист Ладзаро Спалланцани проделал такой опыт: он ослепил летучую мышь и выпустил её в тёмную лабораторию. Эксперимент показал, что ослеплённая летучая мышь летала по комнате так же свободно, как и зрячая, не задевая ни одного из хитро расставленных в лаборатории предметов. Опыт Спалланцани повторили в Швейцарии. Однако в этих экспериментах уши летучих мышей заткнули ватой, и животные стали натываться на все встречавшиеся при полете препятствия.

Сегодня главный секрет ориентации летучих мышей можно считать раскрытым: они обладают поразительными по своему совершенству органами ультразвуковой локации. Оказалось, что во время полёта мышь излучает короткие сигналы на частотах примерно от 50 до 100 кГц, а затем принимает отражённые эхо-сигналы, которые приходят к ней от ближайших препятствий и от пролетающих вблизи насекомых (см. рисунок).



Для того, чтобы сигнал был отражён препятствием, наименьший линейный размер этого препятствия должен быть не меньше длины волны посылаемого звука. Использование ультразвука позволяет обнаружить предметы меньших размеров, чем можно было бы обнаружить, используя более низкие звуковые частоты. Кроме того, использование ультразвуковых сигналов связано с тем, что с уменьшением длины волны легче реализуется направленность излучения, а это очень важно для эхолокации.

**Для ответа на задание 17 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания, а затем ответ к нему.**

**17** Используя рычаг, три груза, штатив и динамометр, соберите установку для исследования равновесия рычага. Три груза подвесьте слева от оси вращения рычага следующим образом: два груза на расстоянии 16 см и один груз на расстоянии 8 см от оси. Определите момент силы, которую необходимо приложить к правому концу рычага на расстоянии 16 см от оси вращения рычага для того, чтобы он оставался в равновесии в горизонтальном положении. Абсолютная погрешность измерения силы равна  $\pm 0,1$  Н, абсолютная погрешность измерения расстояния равна  $\pm 2$  мм.

В бланке ответов № 2:

- 1) зарисуйте схему экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта момента силы;
- 3) укажите результаты измерений приложенной силы и длины плеча с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение момента силы.

**18** Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе их работы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ  
УСТРОЙСТВА**

- А) гидравлический пресс
- Б) шлюзы

**ФИЗИЧЕСКИЕ  
ЯВЛЕНИЯ**

- 1) передача давления внутри жидкости
- 2) действие атмосферного давления
- 3) уменьшение атмосферного давления с высотой
- 4) поведение жидкости в сообщающихся сосудах

Ответ:

А	Б



Реагировать на тот или иной объект мышь начинает на расстоянии около 1 м, при этом длительность посылаемых мышью ультразвуковых сигналов уменьшается примерно в 10 раз, а частота их следования увеличивается до 100–200 импульсов (щелчков) в секунду. То есть, заметив объект, мышь начинает щёлкать более часто, а сами щелчки становятся более короткими. Наименьшее расстояние, которое мышь может определить таким образом, составляет примерно 5 см.

Во время сближения с объектом охоты летучая мышь как бы оценивает угол между направлением своей скорости и направлением на источник отражённого сигнала и изменяет направление полёта так, чтобы этот угол становился все меньше и меньше.

19 Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

- 1) Летучие мыши могут разглядеть предметы, находящиеся на расстоянии не более 5 см.
- 2) Ладзаро Спалланцани экспериментально доказал, что летучие мыши абсолютно слепы.
- 3) При приближении к объекту скорость ультразвуковых сигналов, посылаемых летучей мышью, увеличивается.
- 4) Умение великолепно ориентироваться в пространстве связано у летучих мышей с их способностью излучать и принимать ультразвуковые волны.
- 5) Для эхолокации мыши используют волны частотой более 50 кГц.

Ответ:

--	--

*Для ответов на задания 20–25 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (20, 21 и т.д.), а затем ответ на него. Полный ответ на задания 20, 21 и 22 должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.*

20 Может ли летучая мышь, посылая сигнал частотой 80 кГц, обнаружить мошку размером 1 мм? Скорость звука в воздухе принять равной  $320 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Ответ поясните.

21 Два тела, имеющие одинаковую температуру и массу – одно медное, другое свинцовое – упали на Землю с одинаковой высоты. Какое из тел нагрелось при ударе о Землю до более высокой температуры? Почему? Изменением внутренней энергии Земли и сопротивлением воздуха пренебречь.

22

Каким пятном (тёмным или светлым) ночью на неосвещённой дороге кажется пешеходу лужа в свете фар приближающегося автомобиля? Ответ поясните.

*Для заданий 23–25 необходимо записать полное решение, включающее запись краткого условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.*

23

В прямой никелиновой проволоке с площадью сечения  $1 \text{ мм}^2$  сила постоянного тока равна 1 А. На каком расстоянии друг от друга находятся точки этой проволоки, напряжение между которыми равно 1 В?

24

Вагон массой 20 т, движущийся по горизонтальному пути со скоростью  $2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , сталкивается с другим вагоном такой же массы, движущимся ему навстречу со скоростью  $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , и автоматически с ним сцепляется. Какой путь они пройдут до полной остановки, если будут двигаться после сцепки с ускорением  $0,005 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ ?

25

Две спирали электроплитки сопротивлением по 10 Ом каждая соединены параллельно и включены в сеть с напряжением 220 В. Вода массой 1 кг, налитая в алюминиевую кастрюлю массой 300 г, закипела через 37 с. Чему равна начальная температура воды и кастрюли? Потери энергии на нагревание окружающего воздуха пренебречь.



*Не забудьте перенести все ответы в бланки ответов № 1 и № 2 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.*

Номер комплекта оборудования, используемого при  
проведении экзамена по ФИЗИКЕ

№ КИМ	№ комплекта оборудования	№ места участника <i>(заполняется вручную)</i>
	<b>6</b>	