

**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 °C	воды	100 °C
олова	232 °C	спирта	78 °C
льда	0 °C		

Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ (при 20 °C)			
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 °C



**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 величинами и единицами этих величин в Международной системе единиц (СИ). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) электрическое напряжение
- Б) электрическое сопротивление
- В) электрический заряд

**ЕДИНИЦЫ**

- 1) ом (1 Ом)
- 2) кулон (1 Кл)
- 3) джоуль (1 Дж)
- 4) паскаль (1 Па)
- 5) вольт (1 В)

Ответ:

А	Б	В

**2** Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $I$  – сила тока;  $U$  – напряжение на концах проводника;  $l$  – длина проводника;  $S$  – площадь поперечного сечения проводника;  $\rho$  – удельное сопротивление проводника.

- А)  $\frac{\rho l}{S}$   
 Б)  $IU$

- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**
- 1) электрический заряд
  - 2) сопротивление проводника
  - 3) работа электрического тока
  - 4) мощность электрического тока

Ответ:

А	Б

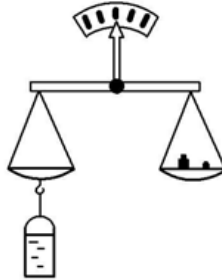
**3** При скольжении вниз по канату ладони рук спортсмена нагреваются. Какой способ изменения внутренней энергии проявляется в этом случае?

- 1) тепловое излучение
- 2) совершение работы
- 3) конвекция
- 4) теплопроводность

Ответ:

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

Сосуд полностью (доверху) заполнили водой и уравнили на рычажных весах (см. рисунок).



Затем в сосуд опустили сплошной медный шарик. Шарик при этом  
 (А)\_\_\_\_\_. Часть воды при опускании шарика  
 (Б)\_\_\_\_\_, равновесие весов при этом  
 (В)\_\_\_\_\_. Это объясняется тем, что вес вытесненной воды  
 (Г)\_\_\_\_\_, чем вес медного шарика.

**Список слов и словосочетаний:**

- 1) нарушаться
- 2) не нарушаться
- 3) больше
- 4) меньше
- 5) плавать при полном погружении
- 6) утонуть
- 7) выливаться

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

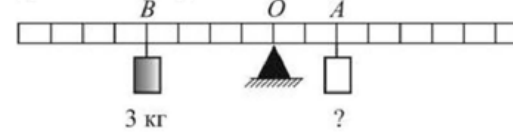
А	Б	В	Г

5 Канистра вмещает 36 кг машинного масла. Чему равна ёмкость канистры?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.



6 Груз какой массы надо подвесить к лёгкому рычагу в точке А, чтобы уравновесить груз массой 3 кг, подвешенный в точке В?



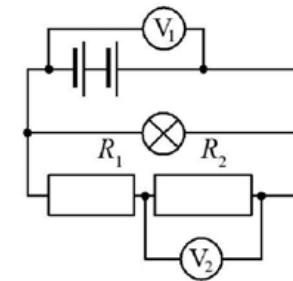
Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

7 При нагревании и плавлении кристаллического вещества массой 100 г измеряли температуру вещества и количество теплоты, сообщённое веществу. Данные измерений представили в виде таблицы. Считая, что потерями энергии можно пренебречь, определите удельную теплоёмкость вещества в твёрдом состоянии.

$Q$ , кДж	0	2,4	4,8	7,2	9,6	12	14,4
$t$ , °С	50	150	250	250	250	250	300

Ответ: \_\_\_\_\_  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$ .

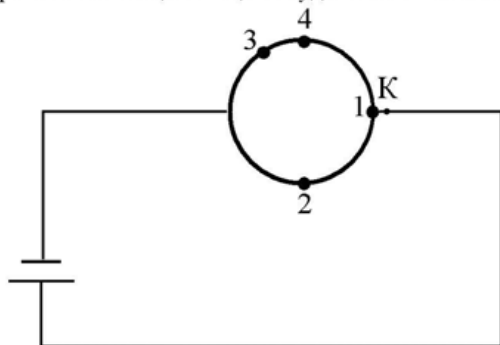
8 В электрической цепи (см. рисунок) вольтметр  $V_1$  показывает напряжение 2 В, вольтметр  $V_2$  – напряжение 0,5 В.



Чему равно напряжение на лампе?

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

- 9 Из однородной металлической проволоки сделано сплошное кольцо. Напряжение на полюсах источника тока постоянно. Контакт К можно подсоединить к различным точкам кольца. При каком из подключений 1–4 контакта К потребляемая мощность цепи будет минимальной?



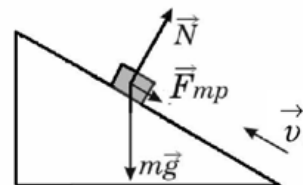
Ответ: \_\_\_\_\_.

- 10 Элемент резерфордий можно получить при бомбардировке ядер изотопа X ядрами изотопа титана  ${}_{22}^{50}\text{Ti}$  в соответствии с реакцией  $X + {}_{22}^{50}\text{Ti} \rightarrow {}_{104}^{255}\text{Rf} + 3 {}_0^1\text{n}$ . Какое зарядовое число имеет изотоп X?

Ответ: \_\_\_\_\_.



- 11 В инерциальной системе отсчёта брусок, которому сообщили начальную скорость  $\vec{v}_0$ , начинает скользить вверх по наклонной плоскости (см. рисунок). Как изменяются по мере подъёма ускорение бруска и его полная механическая энергия?



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.

Ускорение бруска	Полная механическая энергия бруска

- 12 Спираль электроплитки укоротили. Как изменились её электрическое сопротивление и сила электрического тока в спирали при включении плитки в ту же электрическую сеть?

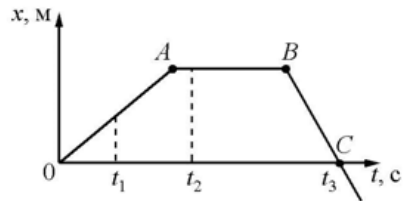
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Электрическое сопротивление спирали	Сила электрического тока в спирали

- 13 На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  от времени  $t$  для тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ .



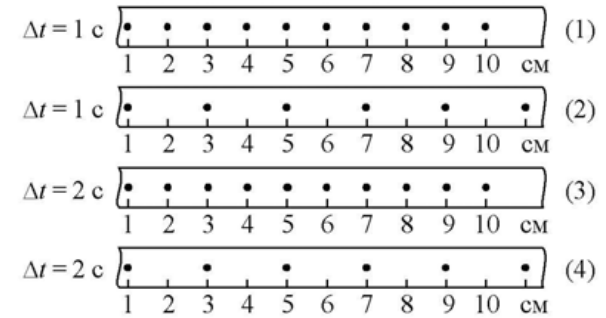
Используя данные графика, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Модуль перемещения тела за время от 0 до  $t_3$  равен нулю.
- 2) В момент времени  $t_1$  тело имело максимальное ускорение.
- 3) В момент времени  $t_2$  тело имело максимальную по модулю скорость.
- 4) Момент времени  $t_3$  соответствует остановке тела.
- 5) Участок графика  $BC$  соответствует равномерному движению тела.

Ответ:



- 14 На рисунке точками на линейках показаны положения четырёх равномерно движущихся тел, причём для тел 1 и 2 положения отмечались через каждую секунду, а для тел 3 и 4 – через каждые 2 с.



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

- 1) С наименьшей средней скоростью на участке от 1 до 10 см двигалось тело 1.
- 2) Средняя скорость движения тела 4 на участке от 1 до 10 см равна  $2 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ .
- 3) С наибольшей средней скоростью на участке от 1 до 10 см двигалось тело 2.
- 4) Тела 2 и 4 проходят одинаковые участки пути за одинаковое время.
- 5) Средняя скорость движения тела 3 на участке от 1 до 10 см равна  $0,5 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ .

Ответ:

- 15) Температуру больного измеряют с помощью медицинского термометра. Запишите результат измерения, представленного на рисунке, учитывая, что погрешность измерения равна цене деления термометра.



- 1)  $(39,0 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$
- 2)  $(39,30 \pm 0,05) ^\circ\text{C}$
- 3)  $(39,3 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$
- 4)  $(39 \pm 1) ^\circ\text{C}$

Ответ:



- 16) Изучая магнитные свойства проводника с током, ученик собрал электрическую схему, содержащую неподвижно закреплённый прямой проводник, и установил рядом с проводником магнитную стрелку (рис. 1). При пропускании электрического тока через проводник магнитная стрелка поворачивается, как показано на рис. 2 и 3.

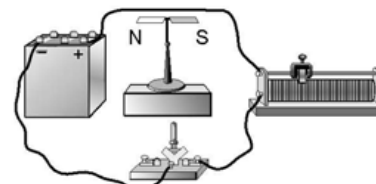


Рис. 1

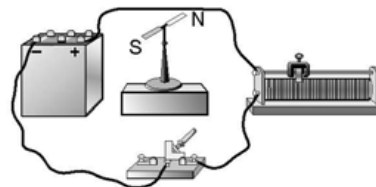


Рис. 2

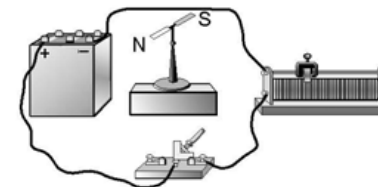


Рис. 3

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

- 1) Магнитное действие проводника с током зависит от среды, в которую он помещён.
- 2) При увеличении электрического тока, протекающего через проводник, магнитное действие проводника усиливается.
- 3) Вокруг проводника с током существует магнитное поле.
- 4) Магнитные свойства проводника зависят от его размеров.
- 5) При изменении направления электрического тока направление вектора индукции магнитного поля, создаваемого проводником с током, изменяется на противоположное.

Ответ:

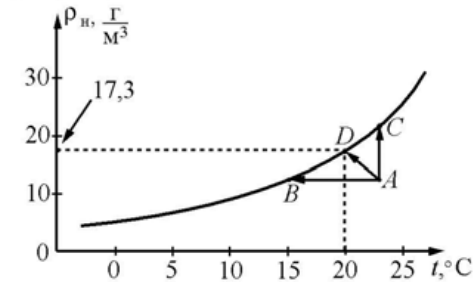


Прочитайте текст и выполните задания 19 и 20.

**Пересыщенный пар**

Что произойдёт, если сосуд с некоторым количеством жидкости закрыть крышкой? Наиболее быстрые молекулы воды, преодолев притяжение со стороны других молекул, вылетают из воды и образуют пар над водной поверхностью. Этот процесс называется испарением воды. С другой стороны, молекулы водяного пара, сталкиваясь друг с другом и с другими молекулами воздуха, случайным образом могут оказаться у поверхности воды и перейти обратно в жидкость. Это конденсация пара. В конце концов при данной температуре процессы испарения и конденсации взаимно компенсируются, то есть устанавливается состояние динамического равновесия. Водяной пар, находящийся в этом случае над поверхностью жидкости, называется насыщенным.

Давление насыщенного пара – наибольшее давление, которое может иметь пар при данной температуре в течение неограниченного времени. При увеличении температуры давление и плотность насыщенного пара увеличиваются (см. рисунок).



Зависимость плотности насыщенного водяного пара от температуры

Водяной пар становится насыщенным при достаточном охлаждении (процесс *AB*) или в процессе дополнительного испарения воды (процесс *AC*). При достижении состояния насыщения начинается конденсация водяного пара в воздухе и на телах, с которыми он соприкасается. Роль центров конденсации могут играть ионы, мельчайшие капельки воды, пылинки, частички сажи и другие мелкие загрязнения. Если убрать центры конденсации, то можно получить пересыщенный пар – неустойчивое состояние водяного пара, находящегося ниже точки конденсации.

На свойствах пересыщенного пара основано действие камеры Вильсона – прибора для регистрации заряженных частиц. След (трек) частицы, влетевшей в камеру с пересыщенным паром, виден на фотографии как линия, вдоль которой конденсируются капельки жидкости.

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

17) Используя собирающую линзу 2, экран, лампу на подставке, источник тока, соединительные провода, ключ, линейку, соберите экспериментальную установку для исследования свойств изображения, полученного с помощью собирающей линзы от лампы, расположенной от центра линзы на расстоянии 15 см. Абсолютную погрешность измерения расстояний с помощью линейки принять равной 4 мм.

В бланке ответов:

- 1) сделайте схематический рисунок экспериментальной установки для наблюдения изображения лампы, полученного с помощью собирающей линзы;
- 2) передвигая экран, получите чёткое изображение лампы и запишите результаты измерения расстояний от лампы до линзы и от линзы до экрана с учётом абсолютной погрешности измерения;
- 3) сформулируйте вывод о свойствах изображения (мнимое или действительное, уменьшенное или увеличенное, прямое или перевёрнутое).

18) Установите соответствие между научными открытиями и именами учёных, которым эти открытия принадлежат. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ**

**УЧЁНЫЕ**

- А) гелиоцентрическая система
- Б) опыты по превращению механической энергии во внутреннюю

- 1) Г. Галилей
- 2) Л. Гальвани
- 3) Дж. Джоуль
- 4) Н. Коперник

Ответ:

А	Б





Длина трека частицы зависит от заряда, массы, начальной энергии частицы. Длина трека увеличивается с возрастанием начальной энергии частицы. Однако при одинаковой начальной энергии тяжёлые частицы обладают меньшими скоростями, чем лёгкие. Медленно движущиеся частицы взаимодействуют с атомами среды более эффективно и будут иметь меньшую длину пробега.

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

- 1) Насыщение пара в закрытом сосуде с водой происходит в отсутствие процесса конденсации.
- 2) Переходу водяного пара, первоначально находящегося в состоянии  $A$  (см. рисунок в тексте), в состояние насыщения соответствуют все три указанных процесса:  $AB$ ,  $AC$  и  $AD$ .
- 3) Процесс  $AD$  на рисунке в тексте соответствует переходу водяного пара в насыщенное состояние только за счёт охлаждения пара.
- 4) Если при температуре воздуха  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  плотность водяного пара в нём составляет  $17,3 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$ , то образование тумана можно будет наблюдать, если при неизменной плотности водяного пара температура повысится до  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 5) Треком в камере Вильсона называется видимый след, оставляемый заряженной частицей (или атомным ядром) в виде капелек сконденсировавшейся жидкости.

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 Ядра дейтерия  ${}^2_1\text{H}$  и трития  ${}^3_1\text{H}$ , имеющие одинаковую начальную энергию, влетают в камеру Вильсона. У какого из ядер длина пробега будет больше? Ответ поясните.

21 В дне ведра просверлили отверстия, налили в ведро воду и отпустили его. Ведро свободно падает с некоторой высоты дном вниз. Будет ли при падении выливаться через отверстия вода? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ поясните.

22 Когда железный стержень приблизили к компасу, стрелка компаса отклонилась. Означает ли это, что стержень предварительно был намагничен? 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 Брусок массой  $100\text{ г}$ , подвешенный на легкой нити, поднимают вертикально вверх с ускорением, равным по модулю  $1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  и направленным вверх. Чему равен модуль силы натяжения нити?

24 Автомобиль массой  $1\text{ т}$  трогается с места и движется с ускорением  $1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ . На первых метрах пути сила тяги совершила работу  $14000\text{ Дж}$ . Чему равен этот путь, если сила сопротивления равна  $200\text{ Н}$ ?

25 Сколько времени потребуется электрическому нагревателю, чтобы довести до кипения  $2,2\text{ кг}$  воды, начальная температура которой равна  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Сила тока в нагревателе равна  $7\text{ А}$ , напряжение в сети равно  $220\text{ В}$ , КПД нагревателя равен  $45\%$ .



**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>4</b>	