

Тренировочная работа № 2

по ФИЗИКЕ

16 января 2013 года

9 класс

Вариант 1

Район.

Город (населённый пункт)

Школа.

Класс

Фамилия.

Имя.

Отчество

Инструкция по выполнению работы

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 27 заданий.

Часть 1 содержит 19 заданий (1–19). К каждому из первых 18 заданий приводятся четыре варианта ответа, из которых только один верный. При выполнении этих заданий части 1 обведите кружком номер выбранного ответа в экзаменационной работе. Если Вы обвели не тот номер, то зачеркните этот обведённый номер крестиком, а затем обведите номер нового ответа. Ответ на задание 19 части 1 записывается на отдельном листе.

Часть 2 содержит 4 задания с кратким ответом (20–23). При выполнении заданий части 2 ответ записывается в экзаменационной работе в отведённом для этого месте. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Часть 3 содержит 4 задания (24–27), на которые следует дать развёрнутый ответ. Ответы на задания части 3 записываются на отдельном листе. Задание 24 экспериментальное, и для его выполнения необходимо воспользоваться лабораторным оборудованием.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

Плотность

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

Удельная

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

Температура плавления

Температура кипения

свинца	327 °C	воды	100 °C
олова	232 °C	спирта	78 °C
льда	0 °C		

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

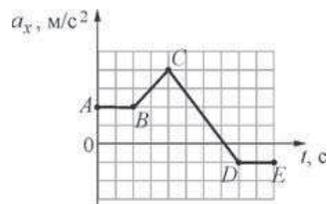
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

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

Часть 1

При выполнении заданий с выбором ответа (1–18) обведите кружком номер правильного ответа в экзаменационной работе.

- 1 На рисунке представлен график зависимости проекции ускорения тела a_x от времени t . Какие участки графика соответствуют равноускоренному движению тела вдоль оси x ?

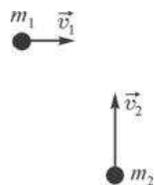


- 1) AB и DE 2) BC и CD 3) только BC 4) только CD

- 2 К пружине динамометра подвесили груз массой $m = 0,5$ кг, под действием которого пружина растянулась на 4 см. Какова жёсткость пружины?

- 1) 2 Н/м 2) 1,25 Н/м 3) 50 Н/м 4) 125 Н/м

- 3 По гладкой горизонтальной поверхности во взаимно перпендикулярных направлениях движутся две шайбы массами $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 1$ кг со скоростями $v_1 = 1$ м/с и $v_2 = 2$ м/с соответственно, как показано на рисунке. Общая величина кинетической энергии этих двух шайб равна

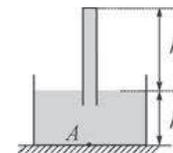


- 1) 1 Дж 2) $\sqrt{5}$ Дж 3) 3 Дж 4) 6 Дж

- 4 Колесо радиусом 50 см при равномерном вращении делает 60 оборотов за 1 минуту. С какой скоростью движется точка на ободе колеса?

- 1) $\approx 0,08$ м/с 2) $\approx 3,14$ м/с 3) ≈ 314 м/с 4) $\approx 188,4$ м/с

- 5 В сосуд с водой плотностью ρ опущена вертикальная стеклянная пробирка, целиком заполненная водой (см. рисунок). Давление, оказываемое водой на дно сосуда в точке A , равно



- 1) $\rho g h_1$ 2) $\rho g h_2$ 3) $\rho g (h_1 + h_2)$ 4) $\rho g (h_2 - h_1)$

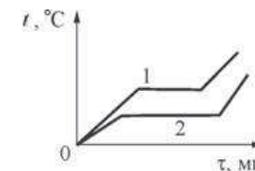
- 6 Брусок массой 100 г, подвешенный на лёгкой нити, поднимают вертикально вверх: в первом случае – действуя на нить силой $F_1 = 1,1$ Н, а во втором случае – действуя на нить силой $F_1 = 1,5$ Н. Модуль ускорения бруска во втором случае

- 1) в 1,5 раза меньше, чем в первом случае
2) в 1,5 раза больше, чем в первом случае
3) в 5 раз больше, чем в первом случае
4) в 40 раз больше, чем в первом случае

- 7 Лёд начали нагревать, в результате чего он перешёл в жидкое состояние. Молекулы воды в жидком состоянии

- 1) находятся в среднем ближе друг к другу, чем в твёрдом состоянии
2) находятся в среднем на тех же расстояниях друг от друга, что и в твёрдом состоянии
3) находятся в среднем дальше друг от друга, чем в твёрдом состоянии
4) могут находиться как ближе друг к другу, так и дальше друг от друга, по сравнению с твёрдым состоянием

- 8 На рисунке представлены графики нагревания и плавления двух твёрдых веществ одинаковой массы – 1 и 2. Вещества нагреваются на одинаковых горелках при одинаковых условиях. Определите по графикам, у какого вещества – 1 или 2 – выше температура плавления и удельная теплота плавления.

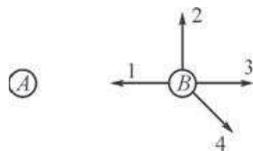


- 1) у вещества 1 выше и температура плавления, и удельная теплота плавления
- 2) у вещества 1 выше температура плавления, а у вещества 2 выше удельная теплота плавления
- 3) у вещества 2 выше температура плавления, а у вещества 1 выше удельная теплота плавления
- 4) у вещества 2 выше и температура плавления, и удельная теплота плавления

9 Двигатель трактора совершил полезную работу 23 МДж, израсходовав при этом 2 кг бензина. Найдите КПД двигателя трактора.

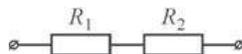
- 1) 10%
- 2) 25%
- 3) 50%
- 4) 100%

10 Два маленьких шарика – A и B – удерживают так, как показано на рисунке. Оба шарика заряжены положительно. Какой из векторов, изображённых на рисунке, правильно указывает направление электрической силы, действующей на шарик B со стороны шарика A ?



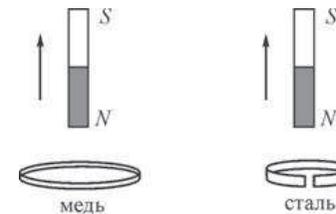
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

11 Два резистора сопротивлениями $R_1 = 3$ Ом и $R_2 = 6$ Ом соединены последовательно в цепь, схема которой показана на рисунке. По цепи течёт ток. Сравните напряжения U_2 и U_1 на резисторах R_2 и R_1 .



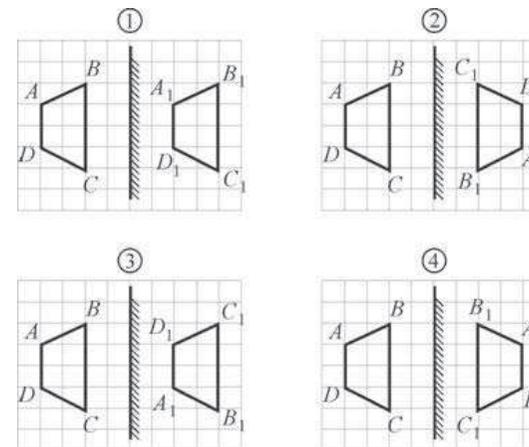
- 1) $U_2 = \frac{U_1}{3}$
- 2) $U_2 = \frac{U_1}{2}$
- 3) $U_2 = U_1$
- 4) $U_2 = 2U_1$

12 В первом случае полосовой магнит выдвигают из сплошного медного кольца, а во втором случае его выдвигают из стального кольца с разрезом (см. рисунок). Индукционный ток



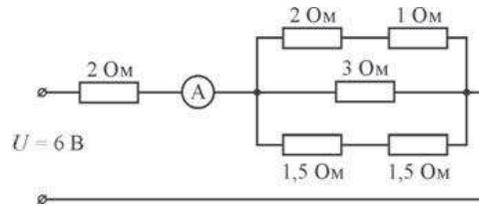
- 1) не возникает ни в одном из колец
- 2) возникает в обоих кольцах
- 3) возникает только в медном кольце
- 4) возникает только в стальном кольце

13 Предмет $ABCD$ отражается в плоском зеркале. Изображение $A_1B_1C_1D_1$ этого предмета в зеркале правильно показано на рисунке



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

14 Используя данные рисунка, определите показание идеального амперметра А.



- 1) 1 А 2) 2 А 3) 3 А 4) 6 А

15 α -частица состоит из

- 1) 1 протона и 1 нейтрона 3) 2 нейтронов и 1 протона
2) 2 протона и 2 электронов 4) 2 протона и 2 нейтронов

16 Какой(-ие) из опытов Вы предложили бы провести, чтобы доказать, что сила Архимеда зависит от плотности жидкости, в которую погружено тело?

А. Показать, что выталкивающая сила изменится в случае, если одно и то же тело сначала полностью погрузить в сосуд с жидкостью одной плотности, а затем – полностью погрузить в сосуд с жидкостью другой плотности.

Б. Показать, что выталкивающая сила изменится, если в сосуд с водой сначала полностью погрузить тело одной плотности, а затем полностью погрузить тело другой плотности, но той же массы.

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

Прочитайте текст и выполните задания 17–19.

Водяное отопление

Необходимость в отоплении возникла в незапамятные времена, одновременно с тем, как люди научились строить для себя самые примитивные жилища. Первые жилища отапливались кострами, потом их сменили очаги, затем – печи. В ходе технического прогресса системы отопления постоянно совершенствовались и улучшались. Люди учились применять новые виды топлива, придумывали разные конструкции отопительных приборов, стремились уменьшить расход горючего и сделать работу отопительной системы автономной, не требующей постоянного контроля человека. В настоящее время наибольшее распространение получили системы водяного отопления, которое применяется для обогрева как многоквартирных домов в городах, так и небольших зданий в сельской местности. Принцип работы системы водяного отопления (см. рисунок) удобно пояснить на примере отопительной системы небольшого жилого дома.

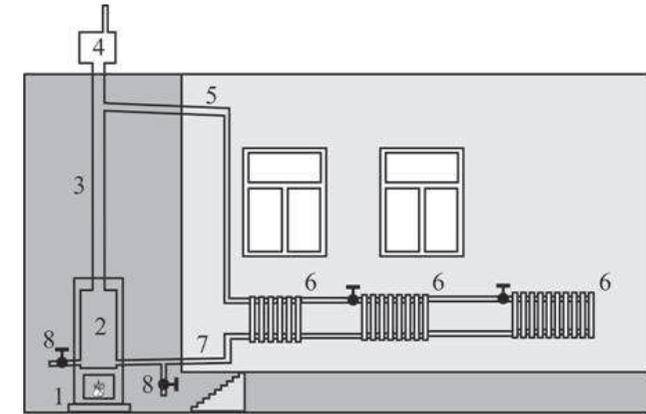


Рисунок. Система водяного отопления небольшого жилого дома

Источником теплоты для отопительной системы служит печь 1, в которой могут сгорать различные виды органического топлива – дрова, торф, каменный уголь, природный газ, нефтепродукты и пр. Печь нагревает воду в котле 2. При нагревании вода расширяется и её плотность уменьшается, в результате чего она поднимается из котла вверх по вертикальному главному стояку 3. В верхней части главного стояка расположен имеющий выход в атмосферу расширительный бак 4, который необходим из-за того, что объём воды увеличивается при нагревании. От верхней части главного стояка отходит труба 5 («горячий трубопровод»), по которому вода подаётся к отопительным приборам – батареям 6, состоящим из нескольких секций каждая. После протекания через батареи остывшая вода по обратному трубопроводу 7 вновь попадает в котёл, опять нагревается и снова поднимается по главному стояку. При наиболее простой однотрубной схеме все батареи соединяются друг с другом таким образом, что все секции оказываются параллельно подсоединёнными к горячему и к обратному трубопроводу. Поскольку вода при протекании через батареи постепенно остывает, для поддержания одинаковой температуры в разных помещениях в них делают батареи с разным числом секций (то есть с разной площадью поверхности). В тех комнатах, в которые вода поступает раньше и поэтому имеет более высокую температуру, количество секций в батареях делают меньше, и наоборот. Вода в такой отопительной системе циркулирует автоматически, до тех пор пока в печи горит топливо. Для того чтобы циркуляция была возможна, все горячие трубопроводы и обратные трубопроводы в системе делают либо вертикальными, либо с небольшим уклоном в нужную сторону – так, чтобы вода по ним шла от главного стояка обратно к котлу под действием силы тяжести («самотёком»). Скорость циркуляции воды и степень обогрева можно регулировать, уменьшая или увеличивая количество топлива, сгорающего в печи в единицу времени. Вода циркулирует в отопительных системах такого типа тем лучше, чем больше расстояние по высоте между котлом и горячим трубопроводом. Поэтому печь с котлом стараются располагать как можно ниже – обычно их ставят в подвале либо, при его отсутствии, опускают до уровня земли, а горячий трубопровод проводят по чердаку.

Для нормальной работы отопительной системы очень важно, чтобы внутри неё не было воздуха. Для выпуска воздушных пробок, которые могут возникать в трубах и в батареях, служат специальные воздухоотводчики, которые открываются при заполнении системы водой (на рисунке не показаны). Также на трубах в нижней части системы устанавливаются краны 8, при помощи которых из отопительной системы при необходимости сливается вода.

17) Для того чтобы улучшить циркуляцию воды в системе водяного отопления, необходимо

- 1) расположить горячий трубопровод на одном уровне с котлом
- 2) расположить котёл как можно ниже горячего трубопровода
- 3) расположить котёл как можно выше горячего трубопровода
- 4) расположить котёл выше расширительного бака

18) При монтаже системы водяного отопления с использованием однотрубной схемы во всех комнатах поставили одинаковые батареи с равной площадью поверхности. Все комнаты теплоизолированы одинаково. При этом

- 1) в комнатах, наиболее близких к главному стояку, будет теплее
- 2) в комнатах, наиболее удалённых от главного стояка, будет теплее
- 3) во всех комнатах температура будет одинаковой
- 4) система водяного отопления не будет работать

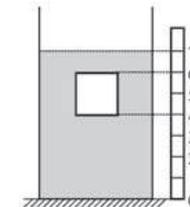
При выполнении задания 19 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

19) При модернизации системы водяного отопления печь, работающую на дровах, заменили на печь, работающую на природном газе. Удельная теплота сгорания дров 10^7 Дж/кг, природного газа – $3,2 \cdot 10^7$ Дж/кг. Как нужно изменить (увеличить или уменьшить) массу топлива, сжигаемого в печи в единицу времени, для того чтобы сохранить прежнюю скорость циркуляции воды в отопительной системе? Ответ поясните.

Часть 2

При выполнении заданий с кратким ответом (задания 20–23) необходимо записать ответ в указанном в тексте задания месте.

20) Сплошной кубик с ребром a полностью погружён в цилиндрический сосуд с жидкостью плотностью $\rho_{ж}$ так, как показано на рисунке. Рядом с сосудом установлена вертикальная линейка, позволяющая определить положение кубика в сосуде. Используя рисунок, установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать: к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) давление жидкости на нижнюю грань кубика
- Б) сила давления жидкости на верхнюю грань кубика
- В) сила Архимеда, действующая на кубик

- 1) $\rho_{ж}ga$
- 2) $\frac{3}{2}\rho_{ж}ga$
- 3) $\frac{1}{2}\rho_{ж}ga^3$
- 4) $\rho_{ж}ga^3$
- 5) $\frac{3}{2}\rho_{ж}ga^3$

Ответ:

А	Б	В

21) Точечное тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Определите, как изменятся следующие физические величины за вторую секунду полёта тела: потенциальная энергия тела относительно поверхности Земли; кинетическая энергия тела; модуль импульса тела.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
 1) увеличивается;
 2) уменьшается;
 3) не изменяется.
 Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

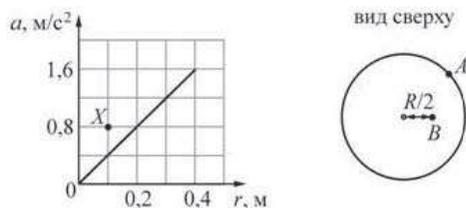
- А) потенциальная энергия тела относительно поверхности Земли
- Б) кинетическая энергия тела
- В) модуль импульса тела

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Ответ:

А	Б	В

- 22 Горизонтально расположенный диск радиусом $R = 40$ см равномерно вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр диска. На рисунке изображён график зависимости модуля ускорения a точек диска, лежащих на одном его радиусе, от расстояния r до центра диска.

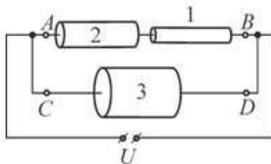


Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Угловая скорость вращения диска равна 4 рад/с.
- 2) Линейная скорость вращения точки A (см. рисунок) равна 1,6 м/с.
- 3) Линейная скорость точки B в 2 раза меньше линейной скорости точки A .
- 4) Угловая скорость вращения точки B равна угловой скорости вращения точки A .
- 5) При увеличении угловой скорости вращения диска в 2 раза график зависимости $a(r)$ пройдёт через точку X (см. рисунок).

Ответ:

- 23 Ученик решил изучить электрическую цепь, схема которой изображена на рисунке, состоящую из трёх резисторов и источника постоянного напряжения U . Резисторы, которые использовал ученик, представляют собой толстые цилиндрические проволоки из одинакового металла, одинаковой длины, но разного поперечного сечения. Известно, что площадь поперечного сечения проволоки 1 в два раза меньше площади поперечного сечения проволоки 2, а площадь поперечного сечения проволоки 2 в два раза меньше площади поперечного сечения проволоки 3. Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало. Сначала ученик, не собирая цепь, измерил по отдельности сопротивление участков AB и CD цепи. Затем он собрал цепь и измерил напряжение на резисторе 1 и напряжение на резисторе 2. После этого ученик рассчитал мощности, выделяемые на резисторе 1 и на резисторе 2.



Какие утверждения соответствуют результатам проведённых экспериментов? Из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных. Укажите их номера.

- 1) При разобранной цепи сопротивление участка AB меньше сопротивления участка CD .
- 2) Сила тока, протекающего через резистор 1, меньше силы тока, протекающего через резистор 3.
- 3) Напряжение на резисторе 1 больше напряжения на резисторе 2.
- 4) Напряжение на резисторе 1 равно напряжению на резисторе 3.
- 5) Мощность, выделяемая на резисторе 1, меньше мощности, выделяемой на резисторе 2.

Ответ:

Часть 3

Для ответа на задания части 3 (задания 24–27) используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 24 (По материалам Камзеевой Е.Е.)
Используя каретку (брусок) с крючком, динамометр, три одинаковых груза и направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для изучения свойств силы трения скольжения между кареткой и поверхностью рейки. Поставьте на каретку один груз и измерьте силу, которую необходимо приложить к каретке с грузом, для того чтобы двигать её с постоянной скоростью. Затем поставьте на каретку ещё два груза и повторите эксперимент. В бланке ответов:
- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
 - 2) запишите формулу для расчёта модуля силы трения скольжения;
 - 3) укажите результаты измерения веса каретки, веса груза и модуля силы трения скольжения при движении каретки с одним грузом и с тремя грузами по поверхности рейки;
 - 4) сделайте вывод о связи между модулем силы трения скольжения и модулем силы нормальной реакции опоры.

Задание 25 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

- 25 В двух закрытых сосудах одинакового объёма находится одинаковое количество молекул одного и того же газа. Сосуд 1 размещён в тёплом помещении, сосуд 2 – в холодном. В каком из сосудов давление газа больше? Ответ поясните.

Для заданий 26–27 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.

26 Затратив количество теплоты $Q_1 = 1$ МДж, из некоторой массы льда, взятого при температуре $-t_1^\circ\text{C}$, получили воду при температуре $+t_1^\circ\text{C}$. Известно, что $\frac{1}{3}$ часть от затраченного количества теплоты пошла на нагревание воды. Кроме того, известно, что удельная теплоёмкость льда в 2 раза меньше удельной теплоёмкости воды. Определите количество теплоты Q_x , которое пошло на превращение льда в воду.

27 Для того чтобы сдвинуть брусок вдоль шероховатой горизонтальной плоскости, требуется приложить горизонтально направленную силу F_1 . Для того чтобы сдвинуть этот же брусок вверх вдоль шероховатой наклонной плоскости с углом при основании 45° и с тем же коэффициентом трения, требуется сила F_2 , направленная параллельно наклонной плоскости. Учитывая, что коэффициент трения между поверхностью бруска и поверхностью плоскости равен 0,5, определите отношение модулей этих сил $n = \frac{F_1}{F_2}$. Ответ округлите до сотых долей.

Тренировочная работа № 2

по ФИЗИКЕ

16 января 2013 года

9 класс

Вариант 2

Район.

Город (населённый пункт)

Школа.

Класс

Фамилия.

Имя.

Отчество

Инструкция по выполнению работы

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 27 заданий

Часть 1 содержит 19 заданий (1–19). К каждому из первых 18 заданий приводятся четыре варианта ответа, из которых только один верный. При выполнении этих заданий части 1 обведите кружком номер выбранного ответа в экзаменационной работе. Если Вы обвели не тот номер, то зачеркните этот обведённый номер крестиком, а затем обведите номер нового ответа. Ответ на задание 19 части 1 записывается на отдельном листе.

Часть 2 содержит 4 задания с кратким ответом (20–23). При выполнении заданий части 2 ответ записывается в экзаменационной работе в отведённом для этого месте. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый

Часть 3 содержит 4 задания (24–27), на которые следует дать развёрнутый ответ. Ответы на задания части 3 записываются на отдельном листе. Задание 24 экспериментальное, и для его выполнения необходимо воспользоваться лабораторным оборудованием.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям

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

Плотность

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

Удельная

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

Температура плавления

Температура кипения

свинца	327 °C	воды	100 °C
олова	232 °C	спирта	78 °C
льда	0 °C		

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

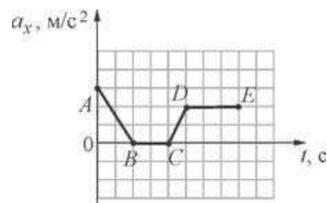
серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

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

Часть 1

При выполнении заданий с выбором ответа (1–18) обведите кружком номер правильного ответа в экзаменационной работе.

- 1 На рисунке представлен график зависимости проекции ускорения тела a_x от времени t . Какие участки графика соответствуют равномерному движению тела вдоль оси x ?

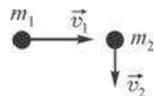


- 1) AB и CD 2) BC и DE 3) только BC 4) только DE

- 2 Под действием силы 360 Н пружина амортизатора сжалась на 9 мм. Какова жёсткость пружины амортизатора?

- 1) 3,24 Н/м 2) 40 Н/м 3) 4000 Н/м 4) 40 кН/м

- 3 По гладкой горизонтальной поверхности во взаимно перпендикулярных направлениях движутся две шайбы массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 3$ кг со скоростями $v_1 = 2$ м/с и $v_2 = 1$ м/с соответственно, как показано на рисунке. Общая величина кинетической энергии этих двух шайб равна

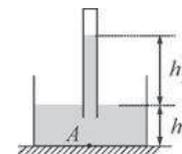


- 1) -1 Дж 2) 2,5 Дж 3) 3,5 Дж 4) 7 Дж

- 4 Колесо при равномерном вращении делает 120 оборотов за 1 минуту. На какой угол поворачивается колесо за одну секунду?

- 1) $\approx 114,7^\circ$ 2) $\approx 720^\circ$ 3) $\approx 14\,400^\circ$ 4) $\approx 43\,200^\circ$

- 5 В сосуд со ртутью плотностью ρ опущена стеклянная пробирка, частично заполненная ртутью так, как показано на рисунке. Давление, оказываемое ртутью на дно сосуда в точке A , равно



- 1) $\rho g h_1$ 2) $\rho g h_2$ 3) $\rho g (h_1 + h_2)$ 4) $\rho g (h_2 - h_1)$

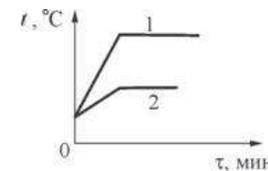
- 6 Брусок массой 200 г подвешивают на лёгкой нити и тянут за неё вертикально вверх, двигая брусок: в первом случае – с ускорением 2 м/с², а во втором случае – с ускорением 5 м/с². Модуль силы натяжения нити во втором случае

- 1) такой же, как в первом случае
2) в 1,25 раза меньше, чем в первом случае
3) в 1,25 раза больше, чем в первом случае
4) в 2,5 раза больше, чем в первом случае

- 7 Жидкую воду начали охлаждать, в результате чего она перешла в твёрдое состояние. Молекулы воды в твёрдом состоянии

- 1) находятся в среднем ближе друг к другу, чем в жидком состоянии
2) находятся в среднем на тех же расстояниях друг от друга, что и в жидком состоянии
3) находятся в среднем дальше друг от друга, чем в жидком состоянии
4) могут находиться как ближе друг к другу, так и дальше друг от друга, по сравнению с жидким состоянием

- 8 На рисунке представлены графики нагревания и кипения двух жидкостей одинаковой массы – 1 и 2. Жидкости нагреваются на одинаковых горелках при одинаковых условиях, и в результате обе жидкости полностью переходят в газообразное состояние. Определите по графикам, у какой жидкости – 1 или 2 – выше температура кипения и удельная теплота парообразования.

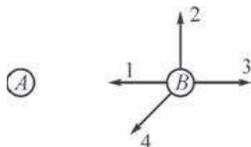


- 1) у жидкости 1 выше и температура кипения, и удельная теплота парообразования
- 2) у жидкости 1 выше температура кипения, а у жидкости 2 выше удельная теплота парообразования
- 3) у жидкости 2 выше температура кипения, а у жидкости 1 выше удельная теплота парообразования
- 4) у жидкости 2 выше и температура кипения, и удельная теплота парообразования

9 КПД двигателя трактора равен 30%. Вычислите полезную работу, которую совершил двигатель трактора, израсходовав 3 кг бензина.

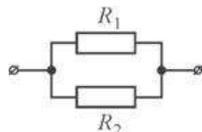
- 1) 0,21 МДж 2) 13,8 МДж 3) 41,4 МДж 4) 460 МДж

10 Два маленьких шарика – A и B – удерживают так, как показано на рисунке. Шарик A заряжен положительно, а шарик B – отрицательно. Какой из векторов, изображённых на рисунке, правильно указывает направление электрической силы, действующей на шарик B со стороны шарика A ?



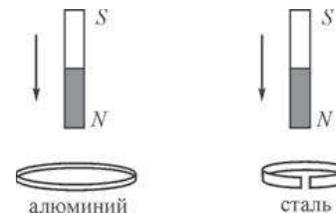
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

11 Два резистора сопротивлениями $R_1 = 2$ Ом и $R_2 = 6$ Ом соединены параллельно в цепь, схема которой показана на рисунке. К зажимам на концах цепи приложено некоторое напряжение. Сравните силы токов I_2 и I_1 , протекающих через резисторы R_2 и R_1 .



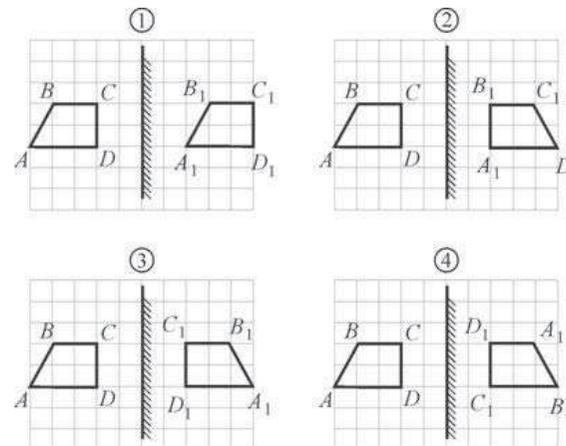
- 1) $I_2 = \frac{I_1}{6}$ 2) $I_2 = \frac{I_1}{3}$ 3) $I_2 = I_1$ 4) $I_2 = 3I_1$

12 В первом случае полосовой магнит вдвигают в сплошное алюминиевое кольцо, а во втором случае его вдвигают в стальное кольцо с разрезом (см. рисунок). Индукционный ток



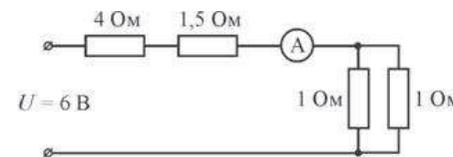
- 1) не возникает ни в одном из колец
- 2) возникает в обоих кольцах
- 3) возникает только в алюминиевом кольце
- 4) возникает только в стальном кольце

13 Предмет $ABCD$ отражается в плоском зеркале. Изображение $A_1B_1C_1D_1$ этого предмета в зеркале правильно показано на рисунке



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

14 Используя данные рисунка, определите показание идеального амперметра A .



- 1) 0,8 А 2) 1 А 3) 2 А 4) 3 А

15 β -частица состоит из

- 1) 1 протона и 1 нейтрона 3) 1 электрона
2) 1 протона и 1 электрона 4) 2 протонов и 2 нейтронов

16 Какой(-ие) из опытов Вы предложили бы провести, чтобы доказать, что сила Архимеда зависит от объёма тела, погружённого в жидкость?

А. Показать, что выталкивающая сила изменится в случае, если одно и то же тело сначала полностью погрузить в сосуд с жидкостью одной плотности, а затем частично погрузить в сосуд с жидкостью другой плотности.

Б. Показать, что выталкивающая сила изменится, если в сосуд с водой сначала полностью погрузить тело одного объёма, а затем полностью погрузить тело другого объёма, но той же массы.

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

Прочитайте текст и выполните задания 17–19.

Водяное отопление

Необходимость в отоплении возникла в незапамятные времена, одновременно с тем, как люди научились строить для себя самые примитивные жилища. Первые жилища отапливались кострами, потом их сменили очаги, затем – печи. В ходе технического прогресса системы отопления постоянно совершенствовались и улучшались. Люди учились применять новые виды топлива, придумывали разные конструкции отопительных приборов, стремились уменьшить расход горячего и сделать работу отопительной системы автономной, не требующей постоянного контроля человека. В настоящее время наибольшее распространение получили системы водяного отопления, которое применяется для обогрева как многоквартирных домов в городах, так и небольших зданий в сельской местности. Принцип работы системы водяного отопления (см. рисунок) удобно пояснить на примере отопительной системы небольшого жилого дома.

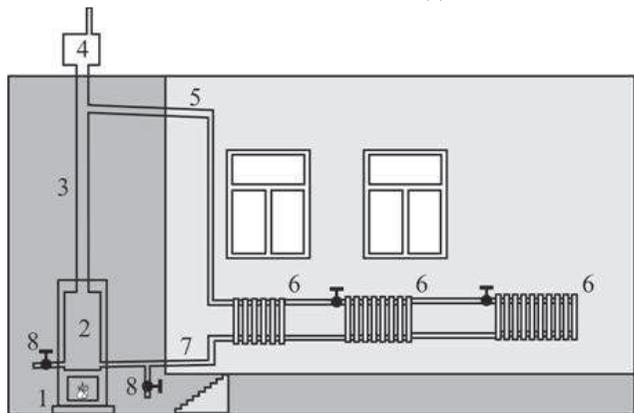


Рисунок. Система водяного отопления небольшого жилого дома

Источником теплоты для отопительной системы служит печь 1, в которой могут сгорать различные виды органического топлива – дрова, торф, каменный уголь, природный газ, нефтепродукты и пр. Печь нагревает воду в котле 2. При нагревании

вода расширяется и её плотность уменьшается, в результате чего она поднимается из котла вверх по вертикальному главному стояку 3. В верхней части главного стояка расположен имеющий выход в атмосферу расширительный бак 4, который необходим из-за того, что объём воды увеличивается при нагревании. От верхней части главного стояка отходит труба 5 («горячий трубопровод»), по которому вода подаётся к отопительным приборам – батареям 6, состоящим из нескольких секций каждая. После протекания через батареи остывшая вода по обратному трубопроводу 7 вновь попадает в котёл, опять нагревается и снова поднимается по главному стояку. При наиболее простой однотрубной схеме все батареи соединяются друг с другом таким образом, что все секции оказываются параллельно подсоединёнными к горячему и к обратному трубопроводу. Поскольку вода при протекании через батареи постепенно остывает, для поддержания одинаковой температуры в разных помещениях в них делают батареи с разным числом секций (то есть с разной площадью поверхности). В тех комнатах, в которые вода поступает раньше и поэтому имеет более высокую температуру, количество секций в батареях делают меньше, и наоборот. Вода в такой отопительной системе циркулирует автоматически, до тех пор пока в печи горит топливо. Для того чтобы циркуляция была возможна, все горячие трубопроводы и обратные трубопроводы в системе делают либо вертикальными, либо с небольшим уклоном в нужную сторону – так, чтобы вода по ним шла от главного стояка обратно к котлу под действием силы тяжести («самотёком»). Скорость циркуляции воды и степень обогрева можно регулировать, уменьшая или увеличивая количество топлива, сгорающего в печи в единицу времени. Вода циркулирует в отопительных системах такого типа тем лучше, чем больше расстояние по высоте между котлом и горячим трубопроводом. Поэтому печь с котлом стараются располагать как можно ниже – обычно их ставят в подвале либо, при его отсутствии, опускают до уровня земли, а горячий трубопровод проводят по чердаку.

Для нормальной работы отопительной системы очень важно, чтобы внутри неё не было воздуха. Для выпуска воздушных пробок, которые могут возникать в трубах и в батареях, служат специальные воздухоотводчики, которые открываются при заполнении системы водой (на рисунке не показаны). Также на трубах в нижней части системы устанавливаются краны 8, при помощи которых из отопительной системы при необходимости сливается вода.

17 Для того чтобы улучшить циркуляцию воды в системе водяного отопления, необходимо

- 1) расположить батареи на одном уровне с котлом
- 2) расположить горячий трубопровод как можно ниже котла
- 3) расположить горячий трубопровод как можно выше котла
- 4) расположить батареи выше расширительного бака

18 Для ремонта части системы водяного отопления, смонтированной с использованием однотрубной схемы, от горячего трубопровода отключили батарею в комнате, расположенной дальше всего от главного стояка. В результате при прежнем режиме работы котла

- 1) температура в остальных комнатах увеличилась
- 2) температура в остальных комнатах уменьшилась
- 3) температура в остальных комнатах не изменилась
- 4) система водяного отопления перестала работать

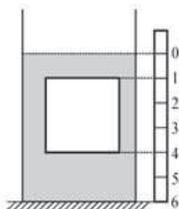
При выполнении задания 19 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Полный ответ должен включать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

19 При модернизации системы водяного отопления печь, работающую на каменном угле, заменили на печь, работающую на природном газе. Удельная теплота каменного угля $22 \cdot 10^7$ Дж/кг, природного газа – $3,2 \cdot 10^7$ Дж/кг. Как нужно изменить (увеличить или уменьшить) массу топлива, сжигаемого в печи в единицу времени, для того чтобы сохранить прежнюю скорость циркуляции воды в отопительной системе? Ответ поясните.

Часть 2

При выполнении заданий с кратким ответом (задания 20–23) необходимо записать ответ в указанном в тексте задания месте.

20 Сплошной кубик с ребром a полностью погружён в цилиндрический сосуд с жидкостью плотностью $\rho_{ж}$ так, как показано на рисунке. Рядом с сосудом установлена вертикальная линейка, позволяющая определить положение кубика в сосуде. Используя рисунок, установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать: к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) сила давления жидкости на нижнюю грань кубика
- Б) давление жидкости на верхнюю грань кубика
- В) сила Архимеда, действующая на кубик

ФОРМУЛА

- 1) $\frac{4}{3} \rho_{ж} g a$
- 2) $\rho_{ж} g a^3$
- 3) $\frac{1}{3} \rho_{ж} g a$
- 4) $\frac{1}{3} \rho_{ж} g a^3$
- 5) $\frac{4}{3} \rho_{ж} g a^3$

Ответ:

А	Б	В

21 Точечное тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Определите, как изменяются следующие физические величины за третью секунду полёта тела: потенциальная энергия тела относительно поверхности Земли; кинетическая энергия тела; модуль импульса тела. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
 1) увеличивается;
 2) уменьшается;
 3) не изменяется.
 Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

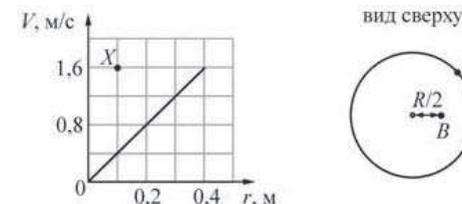
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|------------------|
| А) потенциальная энергия тела относительно поверхности Земли | 1) увеличивается |
| Б) кинетическая энергия тела | 2) уменьшается |
| В) модуль импульса тела | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

22 Горизонтально расположенный диск радиусом $R = 40$ см равномерно вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр диска. На рисунке изображён график зависимости модуля линейной скорости V точек диска, лежащих на одном его радиусе, от расстояния r до центра диска.



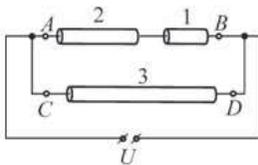
Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- 1) Угловая скорость вращения диска равна 4 рад/с.
- 2) Линейная скорость вращения точки А (см. рисунок) равна 1,6 м/с.
- 3) Ускорение точки В в 2 раза больше ускорения точки А.
- 4) Так как диск вращается равномерно, линейная скорость точки В равна линейной скорости точки А.
- 5) При увеличении угловой скорости вращения диска в 2 раза график зависимости $a(r)$ пройдёт через точку X (см. рисунок).

Ответ:

--	--

- 23) Ученик решил изучить электрическую цепь, схема которой изображена на рисунке, состоящую из трёх резисторов и источника постоянного напряжения U . Резисторы, которые использовал ученик, представляют собой толстые проволоки из одинакового металла, одинаковой площади поперечного сечения, но разной длины. Известно, что длина проволоки 1 в два раза меньше длины проволоки 2, а длина проволоки 2 в два раза меньше длины проволоки 3. Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.



Сначала ученик, не собирая цепь, измерил по отдельности сопротивления участков AB и CD цепи. Затем он собрал цепь и измерил напряжение на резисторе 1 и напряжение на резисторе 2. После этого ученик рассчитал мощности, выделяемые на резисторе 1 и на резисторе 2.

Какие утверждения соответствуют результатам проведенных экспериментов?

Из предложенного перечня утверждений выберите **два** правильных. Укажите их номера.

- 1) При разобранной цепи сопротивление участка AB меньше сопротивления участка CD .
- 2) Сила тока, протекающего через резистор 2, больше силы тока, протекающего через резистор 3.
- 3) Напряжение на резисторе 1 больше напряжения на резисторе 2.
- 4) Напряжение на резисторе 1 равно напряжению на резисторе 3.
- 5) Мощность, выделяемая на резисторе 1, больше мощности, выделяемой на резисторе 2.

Ответ:

Часть 3

Для ответа на задания части 3 (задания 24–27) используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 24) (По материалам Камзеевой Е.Е.)
Используя каретку (брусок) с крючком, динамометр, один груз и направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для определения коэффициента трения скольжения между кареткой и поверхностью рейки.
В бланке ответов:
1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
2) запишите формулу для расчёта коэффициента трения скольжения;
3) укажите результаты измерения веса каретки с грузом и силы трения скольжения при движении каретки с грузом по поверхности рейки;
4) запишите численное значение коэффициента трения скольжения.

Задание 25 представляет собой вопрос, на который необходимо дать письменный ответ. Полный ответ должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование.

- 25) В двух закрытых сосудах одинакового объёма находится одинаковое количество молекул одного и того же газа. Сосуд 1 размещён в тёплом помещении, сосуд 2 – в холодном. В каком из сосудов внутренняя энергия газа меньше? Ответ поясните.

Для заданий 26–27 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.

- 26) Затратив количество теплоты $Q_1 = 1$ МДж, из некоторой массы льда, взятого при температуре $-t_1$ °С, получили воду при температуре $+t_1$ °С. Известно, что $\frac{1}{5}$ часть от затраченного количества теплоты пошла на нагревание льда. Кроме того, известно, что удельная теплоёмкость льда в 2 раза меньше удельной теплоёмкости воды. Определите количество теплоты Q_x , которое пошло на превращение льда в воду.

- 27) Для того чтобы сдвинуть брусок вдоль шероховатой горизонтальной плоскости, требуется приложить горизонтально направленную силу F_1 . Для того чтобы удержать неподвижно этот же брусок на шероховатой плоскости с углом при основании 45° и с тем же коэффициентом трения, требуется сила F_2 , направленная параллельно наклонной плоскости.
Учитывая, что коэффициент трения между поверхностью бруска и поверхностью плоскости равен $\mu = 0,5$, определите отношение модулей этих сил $n = \frac{F_1}{F_2}$. Ответ округлите до сотых долей.

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Водяное отопление

Необходимость в отоплении возникла в незапамятные времена, одновременно с тем, как люди научились строить для себя самые примитивные жилища. Первые жилища отапливались кострами, потом их сменили очаги, затем – печи. В ходе технического прогресса системы отопления постоянно совершенствовались и улучшались. Люди учились применять новые виды топлива, придумывали разные конструкции отопительных приборов, стремились уменьшить расход горючего и сделать работу отопительной системы автономной, не требующей постоянного контроля человека. В настоящее время наибольшее распространение получили системы водяного отопления, которое применяется для обогрева как многоквартирных домов в городах, так и небольших зданий в сельской местности. Принцип работы системы водяного отопления (см. рисунок) удобно пояснить на примере отопительной системы небольшого жилого дома.

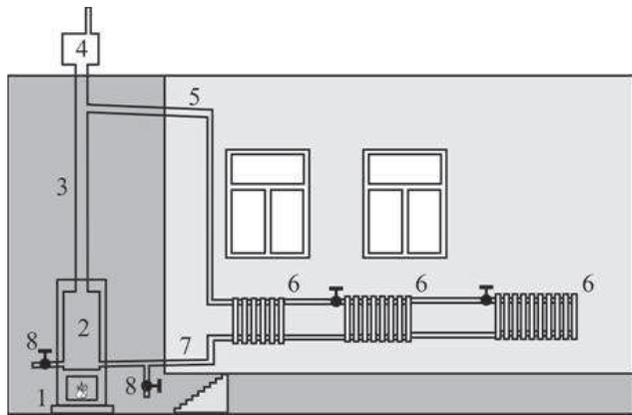


Рисунок. Система водяного отопления небольшого жилого дома

Источником теплоты для отопительной системы служит печь 1, в которой могут сгорать различные виды органического топлива – дрова, торф, каменный уголь, природный газ, нефтепродукты и пр. Печь нагревает воду в котле 2. При нагревании вода расширяется и её плотность уменьшается, в результате чего она поднимается из котла вверх по вертикальному главному стояку 3. В верхней части главного стояка расположен имеющий выход в атмосферу расширительный бак 4, который необходим из-за того, что объём воды увеличивается при нагревании. От верхней части главного стояка отходит труба 5 («горячий трубопровод»), по которому вода подаётся к отопительным приборам – батареям 6, состоящим из нескольких секций каждая. После протекания через батареи остывшая вода по обратному трубопроводу 7 вновь попадает в котёл, опять нагревается и снова поднимается по главному стояку. При наиболее простой однотрубной схеме все батареи соединяются друг с другом таким образом, что все секции оказываются параллельно подсоединёнными к горячему и к обратному трубопроводу. Поскольку вода при протекании через батареи постепенно остывает, для поддержания одинаковой температуры в разных помещениях в них делают батареи с разным числом секций (то есть с разной площадью поверхности). В тех комнатах, в которые вода поступает раньше и поэтому имеет более высокую температуру, количество секций в батареях делают меньше, и наоборот. Вода в такой

отопительной системе циркулирует автоматически, до тех пор пока в печи горит топливо. Для того чтобы циркуляция была возможна, все горячие трубопроводы и обратные трубопроводы в системе делают либо вертикальными, либо с небольшим уклоном в нужную сторону – так, чтобы вода по ним шла от главного стояка обратно к котлу под действием силы тяжести («самотёком»). Скорость циркуляции воды и степень обогрева можно регулировать, уменьшая или увеличивая количество топлива, сгорающего в печи в единицу времени. Вода циркулирует в отопительных системах такого типа тем лучше, чем больше расстояние по высоте между котлом и горячим трубопроводом. Поэтому печь с котлом стараются располагать как можно ниже – обычно их ставят в подвале либо, при его отсутствии, опускают до уровня земли, а горячий трубопровод проводят по чердаку.

Для нормальной работы отопительной системы очень важно, чтобы внутри неё не было воздуха. Для выпуска воздушных пробок, которые могут возникать в трубах и в батареях, служат специальные воздухоотводчики, которые открываются при заполнении системы водой (на рисунке не показаны). Также на трубах в нижней части системы устанавливаются краны 8, при помощи которых из отопительной системы при необходимости сливается вода.

- 19** При модернизации системы водяного отопления печь, работающую на дровах, заменили на печь, работающую на природном газе. Удельная теплота сгорания дров 10^7 Дж/кг, природного газа – $3,2 \cdot 10^7$ Дж/кг. Как нужно изменить (увеличить или уменьшить) массу топлива, сжигаемого в печи в единицу времени, для того чтобы сохранить прежнюю скорость циркуляции воды в отопительной системе? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

1. Уменьшить.
2. Скорость циркуляции воды в отопительной системе при прочих равных условиях определяется скоростью нагревания воды в котле. При сгорании природного газа выделяется большее количество теплоты, чем при сгорании такой же массы дров, и вода в котле нагревается быстрее. Поэтому для сохранения прежней скорости циркуляции воды в системе необходимо уменьшить массу сжигаемого в печи топлива.

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок.	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован.	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен, независимо от того, что рассуждения правильны, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	
	2

- 24** (По материалам Камзеевой Е.Е.)
Используя каретку (брусок) с крючком, динамометр, три одинаковых груза и направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для изучения свойств силы трения скольжения между кареткой и поверхностью рейки. Поставьте на каретку один груз и измерьте силу, которую необходимо приложить к каретке с грузом, для того чтобы двигать её с постоянной скоростью. Затем поставьте на каретку ещё два груза и повторите эксперимент. В бланке ответов:
- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
 - 2) запишите формулу для расчёта модуля силы трения скольжения;
 - 3) укажите результаты измерения веса каретки, веса груза и модуля силы трения скольжения при движении каретки с одним грузом и с тремя грузами по поверхности рейки;
 - 4) сделайте вывод о связи между модулем силы трения скольжения и модулем силы нормальной реакции опоры.

Характеристика оборудования

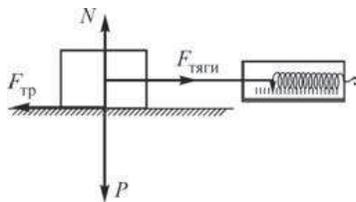
При выполнении задания используется комплект оборудования № 4 в составе:

- каретка массой (100± 2) г;
- 3 груза массой (100 ± 2) г;
- динамометр школьный с пределом измерения 4 Н (погрешность 0,1 Н);
- направляющая рейка.

Внимание! При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.

Образец возможного выполнения

1. Схема экспериментальной установки:



2. $F_{тяги} = F_{тр}$ (при равномерном движении);

$F_{тр} = \mu N, N = P \Rightarrow F_{тр} = \mu P.$

3. Опыт 1: $F_{тяги} = 0,4 \text{ Н}; P = 2,0 \text{ Н}.$

Опыт 2: $F_{тяги} = 0,8 \text{ Н}; P = 4,0 \text{ Н}.$

4. При возрастании веса каретки с грузами (а значит, и модуля силы нормальной реакции опоры) в два раза модуль силы трения скольжения также увеличился в 2 раза. Следовательно, модуль силы трения скольжения прямо пропорционален модулю силы нормальной реакции опоры.

Указание экспертам

1. Границы интервалов значений, внутри которых могут оказаться измеренные величины, определяются, во-первых, погрешностью динамометра ($\pm 0,1 \text{ Н}$) и, во-вторых, довольно сильно зависят от случайных дефектов обработки трущихся поверхностей. Таким образом, погрешность измерения силы тяги может составить $\sim 0,2 \text{ Н}$.
2. Необходимо учесть, что результаты измерения силы трения скольжения (силы тяги) будут зависеть от материала поверхности рейки.

Содержание критерия	Баллы
Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя: 1) схематичный рисунок экспериментальной установки; 2) формулы, связывающие друг с другом измеряемые величины (в данном случае – силу трения скольжения (силу тяги) и силу нормальной реакции опоры (вес каретки с грузами)); 3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае – результаты измерения веса каретки с грузами и силы трения скольжения (силы тяги)); 4) наличие правильного вывода о прямо пропорциональной зависимости между модулем силы трения скольжения и модулем силы нормальной реакции опоры.	4
Приведены все элементы правильного ответа 1–4, но допущена ошибка формулировке вывода. ИЛИ Допущена ошибка при обозначении единиц измерения физических величин. ИЛИ Допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.	3
Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не записана формула для связи измеряемых величин. ИЛИ Правильно приведены значения прямых измерений величин, записана формула для связи измеряемых величин, но не сделан вывод и не приведён рисунок экспериментальной установки. ИЛИ Правильно приведены значения прямых измерений, приведён правильный вывод, но отсутствуют рисунок экспериментальной установки и формула для связи измеряемых величин.	2
Записаны только правильные значения прямых измерений. ИЛИ Представлена только правильно записанная формула для связи измеряемых величин. ИЛИ Приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и сделан рисунок экспериментальной установки.	1
Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.	0
<i>Максимальный балл</i>	
	4

- 25 В двух закрытых сосудах одинакового объёма находится одинаковое количество молекул одного и того же газа. Сосуд 1 размещён в тёплом помещении, сосуд 2 – в холодном. В каком из сосудов давление газа больше? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

1. *Ответ:* в сосуде 1.

2. *Обоснование.* Давление газа зависит от числа соударений молекул газа о стенки сосуда в единицу времени. Число соударений молекул зависит от скорости хаотического движения молекул, которая, в свою очередь, зависит от температуры – с увеличением температуры скорость хаотического (теплового) движения молекул газа увеличивается. Так как температура газа в тёплом помещении больше температуры газа в холодном помещении, то и скорость молекул, и давление газа в первом сосуде, размещённом в тёплом помещении, будут больше.

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок.	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ	1
Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован. ИЛИ	0
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ	0
Ответ на вопрос неверен, независимо от того, что рассуждения правильны, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

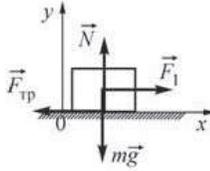
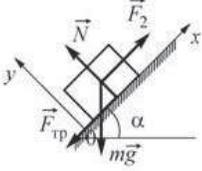
- 26 Затратив количество теплоты $Q_1 = 1$ МДж, из некоторой массы льда, взятого при температуре $-t_1$ °С, получили воду при температуре $+t_1$ °С. Известно, что $\frac{1}{3}$ часть от затраченного количества теплоты пошла на нагревание воды. Кроме того, известно, что удельная теплоёмкость льда в 2 раза меньше удельной теплоёмкости воды. Определите количество теплоты Q_x , которое пошло на превращение льда в воду.

Возможный вариант решения

<u>Дано:</u>	<u>Решение.</u>
$Q_1 = 1$ МДж = = 1 000 000 Дж;	Лёд до начала своего плавления и вода после окончания плавления льда нагреваются на одинаковую температуру Δt .
$Q_2 = \frac{1}{3}Q_1$;	$Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_x$.
$c_{\text{л}} = \frac{1}{2}c_{\text{в}}$.	Количество теплоты, пошедшее на нагревание воды: $Q_2 = mc_{\text{в}}\Delta t = \frac{1}{3}Q_1$.
$Q_x = ?$	Количество теплоты, пошедшее на нагревание льда: $Q_3 = mc_{\text{л}}\Delta t = m \cdot \frac{1}{2}c_{\text{в}}\Delta t = \frac{1}{2}Q_2 = \frac{1}{6}Q_1$.
	Значит, $Q_1 = \frac{1}{6}Q_1 + \frac{1}{3}Q_1 + Q_x = \frac{1}{2}Q_1 + Q_x$.
	Отсюда $Q_x = \frac{1}{2}Q_1 = 500\,000$ Дж = 500 кДж.
	<u>Ответ:</u> $Q_x = 500\,000$ Дж = 500 кДж.

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие <u>элементы</u> : 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (<i>в данном решении – уравнение теплового баланса с учётом процессов нагревания льда, плавления льда, нагревания воды</i>); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

27 Для того чтобы сдвинуть брусок вдоль шероховатой горизонтальной плоскости, требуется приложить горизонтально направленную силу F_1 . Для того чтобы сдвинуть этот же брусок вверх вдоль шероховатой наклонной плоскости с углом при основании 45° и с тем же коэффициентом трения, требуется сила F_2 , направленная параллельно наклонной плоскости. Учитывая, что коэффициент трения между поверхностью бруска и поверхностью плоскости равен 0,5, определите отношение модулей этих сил $n = \frac{F_1}{F_2}$. Ответ округлите до сотых долей.

Возможный вариант решения	
<p><u>Дано</u>:</p> <p>$\alpha = 45^\circ$;</p> <p>$\mu = 0,5$.</p> <p>$n = \frac{F_1}{F_2} = ?$</p>	<p><u>Решение.</u></p> <p>На рисунках а) и б) изображены силы, действующие на брусок в первом и во втором случаях.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>Уравнения движения в проекциях на оси x и y имеют вид</p> <p><u>для первого случая</u>: $0 = F_1 - F_{\text{тр}}$; $0 = N - mg$;</p> <p><u>для второго случая</u>: $0 = F_2 - F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha$; $0 = N - mg \cos \alpha$.</p> <p>Согласно закону Амонтона–Кулона $F_{\text{тр}} = \mu N$.</p> <p>Решая систему уравнений, получаем $F_1 = \mu mg$ и $F_2 = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$. Отсюда</p> $n = \frac{F_1}{F_2} = \frac{\mu mg}{mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{\mu}{\mu \cos \alpha + \sin \alpha} = \frac{0,5}{(0,5 + 1) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{2}{3\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{3} \approx 0,47.$ <p><u>Ответ</u>: $n \approx 0,47$.</p>

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие <u>элементы</u> : 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (<i>в данном решении – уравнения движения бруска для первого и второго случаев в проекциях на оси x и y; закон Амонтона–Кулона для силы сухого трения</i>); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

Водяное отопление

Необходимость в отоплении возникла в незапамятные времена, одновременно с тем, как люди научились строить для себя самые примитивные жилища. Первые жилища отапливались кострами, потом их сменили очаги, затем – печи. В ходе технического прогресса системы отопления постоянно совершенствовались и улучшались. Люди учились применять новые виды топлива, придумывали разные конструкции отопительных приборов, стремились уменьшить расход горючего и сделать работу отопительной системы автономной, не требующей постоянного контроля человека. В настоящее время наибольшее распространение получили системы водяного отопления, которое применяется для обогрева как многоквартирных домов в городах, так и небольших зданий в сельской местности. Принцип работы системы водяного отопления (см. рисунок) удобно пояснить на примере отопительной системы небольшого жилого дома.

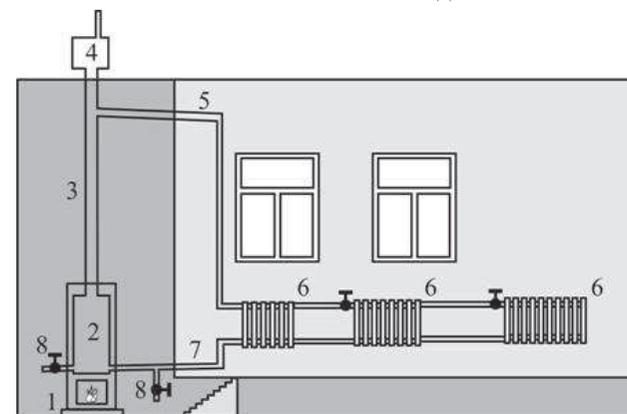


Рисунок. Система водяного отопления небольшого жилого дома

Источником теплоты для отопительной системы служит печь 1, в которой могут сгорать различные виды органического топлива – дрова, торф, каменный уголь, природный газ, нефтепродукты и пр. Печь нагревает воду в котле 2. При нагревании вода расширяется и её плотность уменьшается, в результате чего она поднимается из котла вверх по вертикальному главному стояку 3. В верхней части главного стояка расположен имеющий выход в атмосферу расширительный бак 4, который необходим из-за того, что объём воды увеличивается при нагревании. От верхней части главного стояка отходит труба 5 («горячий трубопровод»), по которому вода подаётся к отопительным приборам – батареям 6, состоящим из нескольких секций каждая. После протекания через батареи остывшая вода по обратному трубопроводу 7 вновь попадает в котёл, опять нагревается и снова поднимается по главному стояку. При наиболее простой однотрубной схеме все батареи соединяются друг с другом таким образом, что все секции оказываются параллельно подсоединёнными к горячему и к обратному трубопроводу. Поскольку вода при протекании через батареи постепенно остывает, для поддержания одинаковой температуры в разных помещениях в них делают батареи с разным числом секций (то есть с разной площадью поверхности). В тех комнатах, в которые вода поступает раньше и поэтому имеет более высокую температуру, количество секций в батареях делают меньше, и наоборот. Вода в такой отопительной системе циркулирует автоматически, до тех пор пока в печи горит

топливо. Для того чтобы циркуляция была возможна, все горячие трубопроводы и обратные трубопроводы в системе делают либо вертикальными, либо с небольшим уклоном в нужную сторону – так, чтобы вода по ним шла от главного стояка обратно к котлу под действием силы тяжести («самотёком»). Скорость циркуляции воды и степень обогрева можно регулировать, уменьшая или увеличивая количество топлива, сгорающего в печи в единицу времени. Вода циркулирует в отопительных системах такого типа тем лучше, чем больше расстояние по высоте между котлом и горячим трубопроводом. Поэтому печь с котлом стараются располагать как можно ниже – обычно их ставят в подвале либо, при его отсутствии, опускают до уровня земли, а горячий трубопровод проводят по чердаку.

Для нормальной работы отопительной системы очень важно, чтобы внутри неё не было воздуха. Для выпуска воздушных пробок, которые могут возникать в трубах и в батареях, служат специальные воздухоотводчики, которые открываются при заполнении системы водой (на рисунке не показаны). Также на трубах в нижней части системы устанавливаются краны 8, при помощи которых из отопительной системы при необходимости сливается вода.

- 19 При модернизации системы водяного отопления печь, работающую на каменном угле, заменили на печь, работающую на природном газе. Удельная теплота каменного угля $22 \cdot 10^7$ Дж/кг, природного газа – $3,2 \cdot 10^7$ Дж/кг. Как нужно изменить (увеличить или уменьшить) массу топлива, сжигаемого в печи в единицу времени, для того чтобы сохранить прежнюю скорость циркуляции воды в отопительной системе? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

- Увеличить.
- Скорость циркуляции воды в отопительной системе при прочих равных условиях определяется скоростью нагревания воды в котле. При сгорании природного газа выделяется меньшее количество теплоты, чем при сгорании такой же массы каменного угля, и вода в котле нагревается медленнее. Поэтому для сохранения прежней скорости циркуляции воды в системе необходимо увеличить массу сжигаемого в печи топлива.

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок.	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован.	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен, независимо от того, что рассуждения правильны, неверны или отсутствуют.	0
<i>Максимальный балл</i>	2

24 (По материалам Камзеевой Е.Е.)

Используя каретку (брусок) с крючком, динамометр, один груз и направляющую рейку, соберите экспериментальную установку для определения коэффициента трения скольжения между кареткой и поверхностью рейки.

В бланке ответов:

- сделайте рисунок экспериментальной установки;
- запишите формулу для расчёта коэффициента трения скольжения;
- укажите результаты измерения веса каретки с грузом и силы трения скольжения при движении каретки с грузом по поверхности рейки;
- запишите численное значение коэффициента трения скольжения.

Характеристика оборудования

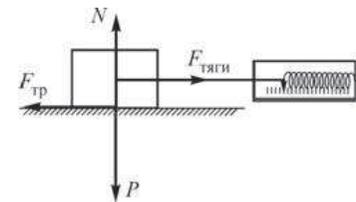
При выполнении задания используется комплект оборудования № 4 в составе:

- каретка массой (100 ± 2) г;
- 1 груз массой (100 ± 2) г;
- динамометр школьный с пределом измерения 4 Н (погрешность 0,1 Н);
- направляющая рейка.

Внимание! При замене какого-либо элемента оборудования на аналогичное с другими характеристиками необходимо внести соответствующие изменения в образец выполнения задания.

Образец возможного выполнения

- Схема экспериментальной установки:



- $F_{\text{тяги}} = F_{\text{тр}}$ (при равномерном движении);

$$F_{\text{тр}} = \mu N, N = P \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu P \Rightarrow \mu = \frac{F_{\text{тяги}}}{P}.$$

- $F_{\text{тяги}} = 0,4$ Н; $P = 2,0$ Н.

- $\mu = 0,2$.

Указание экспертам

1. Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться верный результат, полученный учеником, рассчитывается методом границ. Границы интервала значений, внутри которого может оказаться измеренная величина силы трения, определяется, во-первых, погрешностью динамометра ($\pm 0,1$ Н) и, во-вторых, довольно сильно зависит от случайных дефектов обработки трущихся поверхностей. Таким образом, погрешность измерения силы тяги может составить $\sim 0,2$ Н. Учитывая это, получаем

$F_{\text{тяги}} = 0,4 \pm 0,2$ Н; $P = 2,0 \pm 0,1$ Н. Так как $\mu = \frac{F_{\text{тяги}}}{P}$, нижняя граница

коэффициента трения скольжения $\mu = (0,2 \text{ Н}) : (2,1 \text{ Н}) \approx 0,10$. Верхняя граница $\mu = (0,6 \text{ Н}) : (1,9 \text{ Н}) \approx 0,32$.

2. Необходимо учесть, что результаты измерения силы трения скольжения (силы тяги) будут зависеть от материала поверхности рейки.

Содержание критерия	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее:</p> <p>1) схематичный рисунок экспериментальной установки;</p> <p>2) формулу для расчёта искомой величины по доступным для измерения величинам (в данном случае — для коэффициента трения скольжения через вес каретки с грузом и силу трения скольжения (силу тяги));</p> <p>3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае — результаты измерения веса каретки с грузом и силы трения скольжения (силы тяги));</p> <p>4) полученное правильное численное значение искомой величины.</p>	4
<p>Приведены все элементы правильного ответа 1–4, но допущена ошибка при вычислении значения искомой величины.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Допущена ошибка при обозначении единиц измерения искомой величины.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует.</p>	3
<p>Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены значения прямых измерений величин, но не записана формула для расчёта искомой величины и не получен ответ.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Правильно приведены значения прямых измерений величин, записана формула для расчёта искомой величины, но не получен ответ и не приведён рисунок экспериментальной установки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Правильно приведены значения прямых измерений, приведён правильный ответ, но отсутствуют рисунок экспериментальной установки и формула для расчёта искомой величины.</p>	2
<p>Записано только правильные значения прямых измерений.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Представлена только правильно записанная формула для расчёта искомой величины.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и сделан рисунок экспериментальной установки.</p>	1
<p>Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания.</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	4

- 25** В двух закрытых сосудах одинакового объёма находится одинаковое количество молекул одного и того же газа. Сосуд 1 размещён в тёплом помещении, сосуд 2 – в холодном. В каком из сосудов внутренняя энергия газа меньше? Ответ поясните.

Образец возможного ответа

1. *Ответ:* в сосуде 2.

2. *Обоснование.*

Внутренняя энергия газа зависит от числа молекул и от температуры – с увеличением температуры внутренняя энергия увеличивается. Так как число молекул в сосудах одинаково, а температура газа в тёплом помещении больше температуры газа в холодном помещении, внутренняя энергия газа во втором сосуде будет меньше внутренней энергии газа в первом сосуде.

Содержание критерия	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок.	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу.	1
Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован.	0
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос.	
ИЛИ	0
Ответ на вопрос неверен, независимо от того, что рассуждения правильны, неверны или отсутствуют.	
<i>Максимальный балл</i>	2

26 Затратив количество теплоты $Q_1 = 1$ МДж, из некоторой массы льда, взятого при температуре $-t_1$ °С, получили воду при температуре $+t_1$ °С. Известно, что $\frac{1}{5}$ часть от затраченного количества теплоты пошла на нагревание льда. Кроме того, известно, что удельная теплоёмкость льда в 2 раза меньше удельной теплоёмкости воды. Определите количество теплоты Q_x , которое пошло на превращение льда в воду.

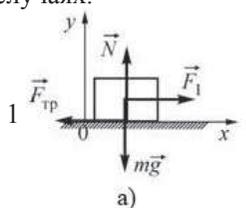
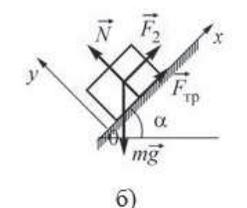
Возможный вариант решения

<u>Дано:</u>	<u>Решение.</u>
$Q_1 = 1$ МДж = $= 1\ 000\ 000$ Дж;	Лёд до начала своего плавления и вода после окончания плавления льда нагреваются на одинаковую температуру Δt . $Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_x$.
$Q_2 = \frac{1}{5}Q_1$;	Количество теплоты, пошедшее на нагревание льда: $Q_2 = mc_{л}\Delta t = \frac{1}{5}Q_1$.
$c_{л} = \frac{1}{2}c_{в}$.	Количество теплоты, пошедшее на нагревание воды: $Q_3 = mc_{в}\Delta t = m \cdot 2c_{л}\Delta t = 2Q_2 = \frac{2}{5}Q_1$.
$Q_x = ?$	Значит, $Q_1 = \frac{1}{5}Q_1 + \frac{2}{5}Q_1 + Q_x = \frac{3}{5}Q_1 + Q_x$.
	Отсюда $Q_x = \frac{2}{5}Q_1 = 400\ 000$ Дж = 400 кДж.
	<u>Ответ:</u> $Q_x = 400\ 000$ Дж = 400 кДж.

Критерии оценивания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие <u>элементы</u> : 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (<i>в данном решении — уравнение теплового баланса с учётом процессов нагревания льда, плавления льда, нагревания воды</i>); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

27) Для того чтобы сдвинуть брусок вдоль шероховатой горизонтальной плоскости, требуется приложить горизонтально направленную силу F_1 . Для того чтобы удержать неподвижно этот же брусок на шероховатой плоскости с углом при основании 45° и с тем же коэффициентом трения, требуется сила F_2 , направленная параллельно наклонной плоскости. Учитывая, что коэффициент трения между поверхностью бруска и поверхностью плоскости равен $\mu = 0,5$, определите отношение модулей этих сил $n = \frac{F_1}{F_2}$. Ответ округлите до сотых долей.

Возможный вариант решения

Дано:	Решение.
$\alpha = 45^\circ;$	На рисунках а) и б) изображены силы, действующие на брусок в первом и во втором случаях.
$\mu = 0,5.$	 
$n = \frac{F_1}{F_2} - ?$	<p>Уравнения движения в проекциях на оси x и y имеют вид</p> <p><u>для первого случая:</u> $0 = F_1 - F_{тр}; 0 = N - mg;$</p> <p><u>для второго случая:</u> $0 = F_2 + F_{тр} - mgsin\alpha; 0 = N - mgcos\alpha.$</p> <p>Согласно закону Амонтона–Кулона (закону о силах сухого трения) $F_{тр} = \mu N.$</p> <p>Решая систему уравнений, получаем $F_1 = \mu mg$ и $F_2 = mgsin\alpha - \mu mgcos\alpha.$</p> <p>Отсюда</p> $n = \frac{F_1}{F_2} = \frac{\mu mg}{mg(sin\alpha - \mu cos\alpha)} = \frac{\mu}{sin\alpha - \mu cos\alpha} = \frac{0,5}{(1 - 0,5) \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} =$ $= \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \approx 1,41$ <p><u>Ответ:</u> $n \approx 1,41.$</p>

Содержание критерия	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие <u>элементы</u> : 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <u>уравнения движения бруска для первого и второго случаев в проекциях на оси x и y; закон Амонтона–Кулона для силы сухого трения</u>); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, <u>применение которых необходимо и достаточно</u> для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	1
2	4
3	3
4	2
5	1
6	3
7	1
8	2
9	2
10	3
11	4

№ задания	Ответ
12	3
13	4
14	2
15	4
16	1
17	2
18	1
20	234
21	122
22	34
23	23

Ответы к заданиям

№ задания	Ответ
1	3
2	4
3	3
4	2
5	1
6	3
7	3
8	1
9	3
10	1
11	2

№ задания	Ответ
12	3
13	3
14	2
15	3
16	2
17	3
18	1
20	532
21	211
22	12
23	12