

**Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ****9 класс**

28 апреля 2021 года

Вариант ФИ2090501

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_ класс \_\_\_\_\_

**Инструкция по выполнению работы**

На выполнение тренировочной работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Тренировочная 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. Единицы измерения в ответе указывать не надо.

К заданиям 17, 20–25 следует дать развёрнутый ответ. Задания выполняются на отдельном листе. 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 ответы следует записывать яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком.  
**Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

*Желааем 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	$11\,350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

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

<b>Температура плавления</b>		<b>Температура кипения</b>	
свинец	$327^{\circ}\text{C}$	вода	$100^{\circ}\text{C}$
олово	$232^{\circ}\text{C}$	спирт	$78^{\circ}\text{C}$
лёд	$0^{\circ}\text{C}$		

<b>Удельное электрическое сопротивление, <math>\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}</math> (при <math>20^{\circ}\text{C}</math>)</b>			
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  $0^{\circ}\text{C}$

**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, 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. Для записи ответов на задания 17, 20–25 используйте отдельные листы. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

**1**

Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения этих величин. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- A) момент силы
- Б) импульс тела
- В) сила

**ЕДИНИЦА**

- 1) паскаль (1 Па)
- 2) ньютон (1 Н)
- 3) ньютон-метр (1 Н·м)
- 4) ватт (1 Вт)
- 5) килограмм-метр в секунду (1 кг·м/с)

Ответ:

A	Б	В

**2**

Брусок в форме параллелепипеда с площадью основания  $S$  едет с торможением по горизонтальной шероховатой поверхности после того, как его толкнули. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $m$  – масса бруска;  $S$  – площадь основания бруска,  $\mu$  – коэффициент трения,  $g$  – ускорение свободного падения.

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

**ФОРМУЛА**

A)  $\frac{mg}{S}$

Б)  $\mu mg$

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- 1) работа силы трения
- 2) сила трения, действующая на брусок
- 3) сила давления, действующая со стороны бруска на поверхность
- 4) давление, оказываемое бруском на поверхность

Ответ:

A	Б

**3**

Если герметично закрытую бутылку с небольшим количеством воды охладить, то давление пара внутри бутылки

- 1) уменьшится только за счёт уменьшения плотности пара;
- 2) уменьшится только за счёт уменьшения скорости движения молекул;
- 3) уменьшится за счёт уменьшения плотности водяного пара и уменьшения скорости движения молекул;
- 4) не изменится.

Ответ:

4

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

На уроке учитель показал опыт. Он уравновесил на стоящих на столе рычажных весах отливной сосуд с водой, налив в него воду таким образом, чтобы уровень воды совпадал с началом боковой отливной трубы (см. рисунок 1). Затем учитель аккуратно опустил в воду деревянный бруск (см. рисунок 2), при этом равновесие весов сперва нарушилось. Но после того, как вода, вытесненная плавающим бруском, вытекла из сосуда в стоящую на столе мензурку, равновесие весов восстановилось (см. рисунок 3).

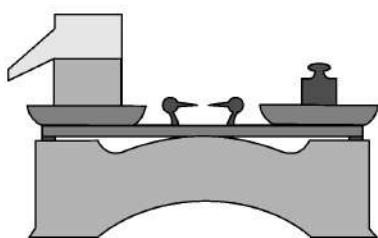


Рис. 1.

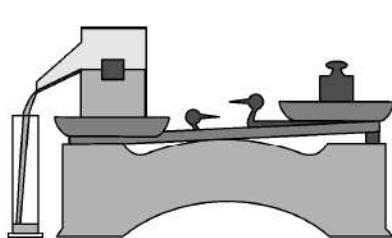


Рис. 2.

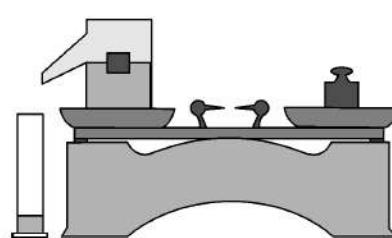


Рис. 3.

Учитель пояснил, что сначала, когда бруск только попал в воду, он вытеснил объём воды, равный \_\_\_\_\_ (А). Поэтому вначале уровень воды в сосуде несколько поднялся, увеличив силу \_\_\_\_\_ (Б), с которой вода действует на чашу весов. Это привело к нарушению равновесия весов. Далее учитель отметил, что вес воды, вытесненной бруском, равен силе \_\_\_\_\_ (В), действующей на весь плавающий бруск. Поэтому, когда из боковой трубы отливного сосуда вылилась вода, вес которой был равен \_\_\_\_\_ (Г), то вес сосуда с водой и деревянным бруском стал снова равен весу сосуда с водой до опускания в неё бруска. Вот почему равновесие рычажных весов восстановилось.

#### **Список слов и словосочетаний:**

- 1) тяжести
- 2) Архимеда
- 3) давления
- 4) объёму его надводной части
- 5) весу бруска в воде
- 6) весу бруска в воздухе
- 7) объёму погружённой части бруска
- 8) объёму бруска

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	В	Г

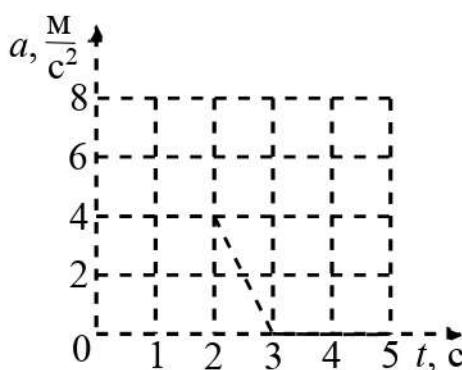
**5**

Модуль ускорения свободного падения на планете А в 4 раза больше, чем на планете Б. Обе планеты сферические, однородные и состоят из минералов одинаковой плотности. Найдите отношение радиуса планеты А к радиусу планеты Б. Объём шара рассчитывается по формуле:  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

**6**

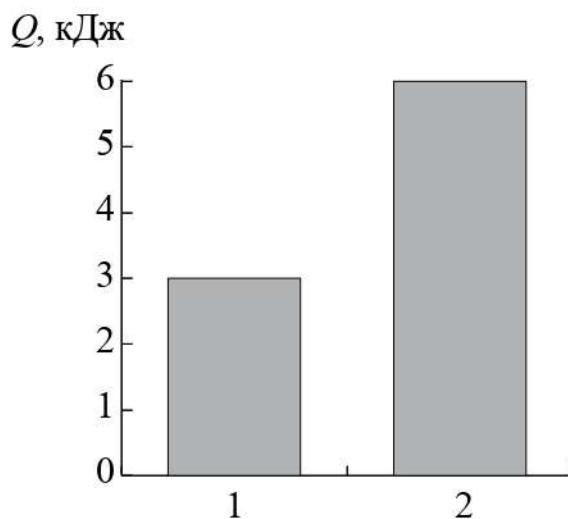
На рисунке представлен график зависимости ускорения  $a$  тела массой 2 кг от времени  $t$ . Используя данные графика, вычислите, на сколько увеличится модуль импульса этого тела за первую секунду движения. Начальная скорость тела равна нулю.



Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

**7**

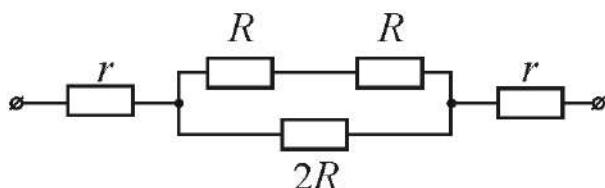
На диаграмме для двух веществ приведены значения количества теплоты, необходимого для плавления 1 кг вещества «1» и 100 г вещества «2», нагретых до своих температур плавления. Найдите отношение  $\lambda_2/\lambda_1$  удельной теплоты плавления вещества «2» к удельной теплоте плавления вещества «1».



Ответ: \_\_\_\_\_.

**8**

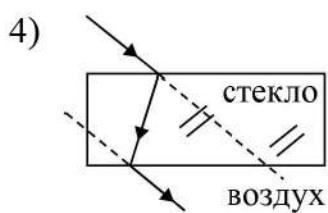
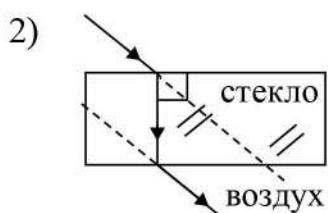
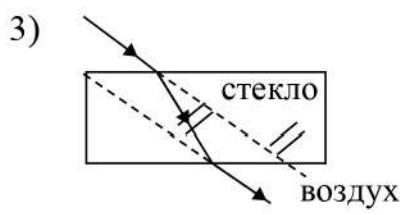
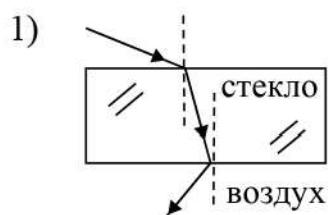
Чему равно общее сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, если  $R = 2 \text{ Ом}$ ,  $r = 5 \text{ Ом}$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

**9**

Луч падает из воздуха на стеклянную плоскокапаралельную пластину. На каком рисунке – 1, 2, 3 или 4 – правильно изображён ход луча через эту пластину, целиком находящуюся в воздухе?



Ответ:

**10**

Используя фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, представленный на рисунке, определите порядковый номер химического элемента, изотоп которого образуется в результате электронного бета-распада висмута.

79 Au Золото 197	80 Hg Ртуть 200,61	81 Tl Таллий 204,37	82 Pb Свинец 207,19	83 Bi Висмут 209	84 Po Полоний [210]	85 At Астат [210]	86 Rn Радон [222]
------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------

Ответ: \_\_\_\_\_.

**11**

Лёд, нагретый предварительно до температуры плавления, начинают плавить. Как при этом меняется средняя плотность смеси вода-лёд, а также температура смеси вода-лёд?

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.

Средняя плотность смеси вода-лёд	Температура смеси вода-лёд

**12**

Сpirаль электроплитки укоротили. Как в результате этого изменились следующие физические величины: электрическое сопротивление спирали, мощность электрического тока, потребляемая плиткой?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

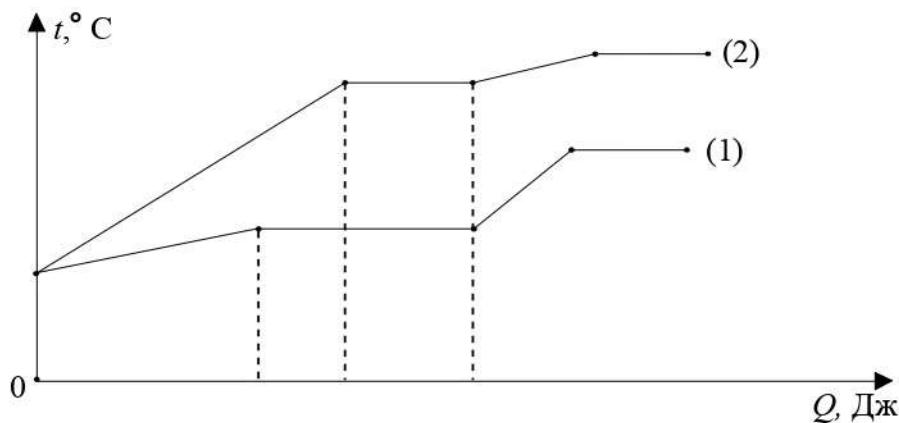
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Электрическое сопротивление спирали	Мощность электрического тока, потребляемая плиткой

13

На рисунке для двух веществ одинаковой массы представлены графики зависимости температуры  $t$  от полученного количества теплоты  $Q$ . Первоначально каждое вещество находилось в твёрдом состоянии.



Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Запишите в ответе их номера.

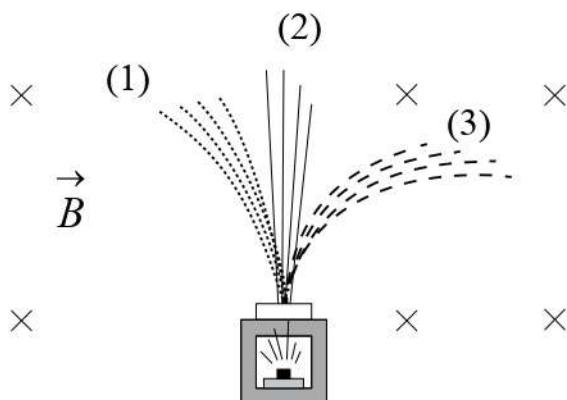
- 1) В процессе плавления второго вещества было израсходовано большее количество теплоты, чем в процессе плавления первого вещества.
- 2) Удельная теплоёмкость первого вещества в твёрдом состоянии больше удельной теплоёмкости второго вещества в твёрдом состоянии.
- 3) На нагревание и полное плавление веществ потребовалось одинаковое количество теплоты.
- 4) Температура кипения первого вещества выше температуры кипения второго вещества.
- 5) Представленные графики не позволяют сравнить температуры плавления двух веществ.

Ответ:

--	--

14

Контейнер с радиоактивным веществом помещают в магнитное поле, в результате чего пучок радиоактивного излучения от этого вещества распадается на три компоненты так, как показано на рисунке. Магнитное поле направлено перпендикулярно плоскости рисунка от читателя.



Используя этот рисунок, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Запишите в ответе их номера.

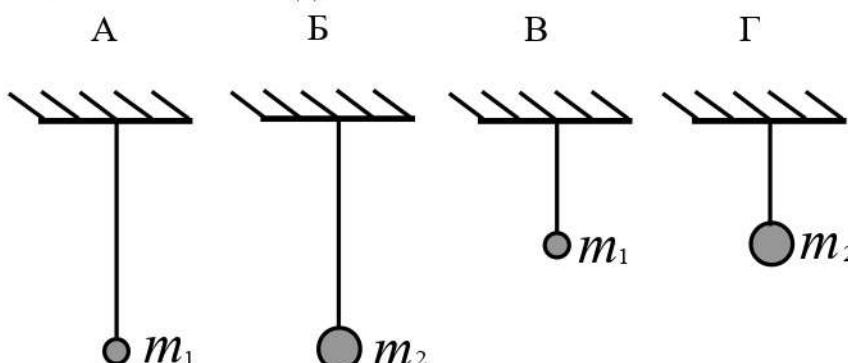
- 1) Компонента 1 представляет собой поток отрицательно заряженных частиц.
- 2) Компонента 2 представляет собой гамма-излучение.
- 3) Если магнитное поле направить в плоскости чертежа слева направо, то разделить пучок радиоактивного излучения на компоненты не получится.
- 4) В магнитном поле направление движения заряженной частицы изменяется.
- 5) Компонента 3 представляет собой поток протонов.

Ответ:

--	--

**15**

Необходимо экспериментально установить, зависит ли период колебаний математического маятника от длины нити.



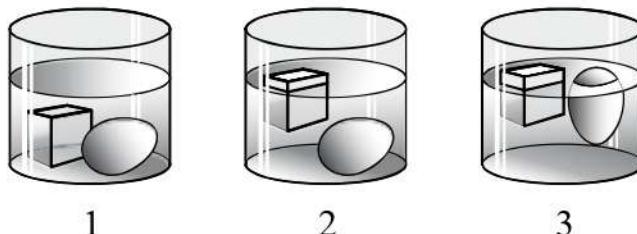
Какую из указанных пар маятников из представленных на рисунке можно использовать для этой цели?

- 1) А и Г
- 2) Б и В
- 3) Б и Г
- 4) В и Г

Ответ:

**16**

Учитель на уроке последовательно опустил в три разные жидкости сплошной кубик изо льда и сырое яйцо (см. рисунок).



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

- 1) Плотность яйца равна плотности льда.
- 2) Во всех трёх жидкостях сила тяжести, действующая на яйцо, уравновешена выталкивающей силой.
- 3) Плотность жидкости в третьем стакане наибольшая.
- 4) В первом стакане налита чистая вода.
- 5) Плотность жидкости во втором стакане больше плотности льда.

Ответ:

<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------

**Для ответа на задание 17 используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ к нему.**

**17**

Используя собирающую линзу 1, 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 28 см.

На отдельном листе:

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

**18**

Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе их работы.

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ  
УСТРОЙСТВО**

- A) прожектор  
Б) электроплитка

**ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ**

- 1) преломление света  
2) отражение света  
3) магнитное действие электрического тока  
4) тепловое действие электрического тока

Ответ:

A	Б

**Прочтайте текст и выполните задания 19–20.**

### Жидкие кристаллы

Большинство веществ может находиться в трёх агрегатных состояниях – твёрдом, жидким и газообразном. Однако около 130 лет назад были открыты первые органические соединения, которые, дополнительно к вышеперечисленным агрегатным состояниям, могли находиться в особой фазе, переходной между твёрдым веществом и жидкостью. В этом состоянии они, с одной стороны, могли течь и принимать форму сосуда, в котором находятся, что присуще жидкостям, а с другой стороны, их физические свойства (электрические, оптические, магнитные и др.) зависели от направления, как у твёрдых кристаллов. По этой причине их назвали жидкими кристаллами. В настоящее время известны сотни тысяч таких органических веществ. Каждый из нас ежедневно сталкивается в быту с жидкими кристаллами: они «глядят» на нас с табло калькуляторов и электронных часов, с экранов ноутбуков, мобильных телефонов, плоских телевизоров, используются в других приборах микроэлектроники.

Жидкокристаллическое (ЖК) состояние можно наблюдать лишь у соединений, молекулы которых имеют определённую форму. В первые десятилетия после открытия жидких кристаллов основными их представителями были соединения, молекулы которых имеют вид вытянутых жёстких стержней (см. рисунок 1). Но позже оказалось, что в ЖК-состояние могут переходить и вещества с молекулами более сложной формы – дискообразной, бананообразной и др. (см. рисунок 2).



Рис. 1



Рис. 2

В зависимости от расположения молекул друг относительно друга жидкие кристаллы подразделяют на три основных класса: нематики, смектики и холестерики.

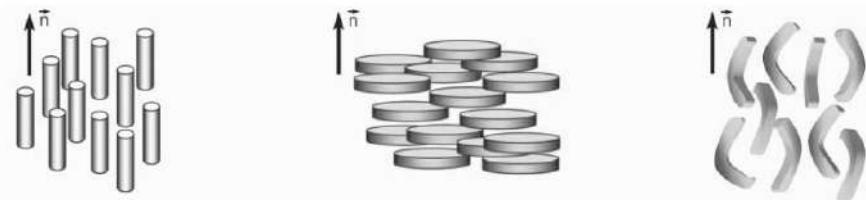


Рис. 3

Наиболее простое строение имеют нематики (от греч. «нема» – нить). В жидкокристаллическом состоянии молекулы взаимно параллельны, но центры масс всех молекул беспорядочно сдвинуты друг относительно друга (см. рисунок 3).

В смектиках (от греч. «смегма» – мыло) степень упорядоченности молекул выше: молекулы смектика ориентированы в одном направлении и упакованы в слои (см. рисунок 4). Молекулы, расположенные в разных слоях, слабо взаимодействуют друг с другом, поэтому слои легко скользят друг относительно друга. На ощупь такие вещества скользкие, мылоподобные.

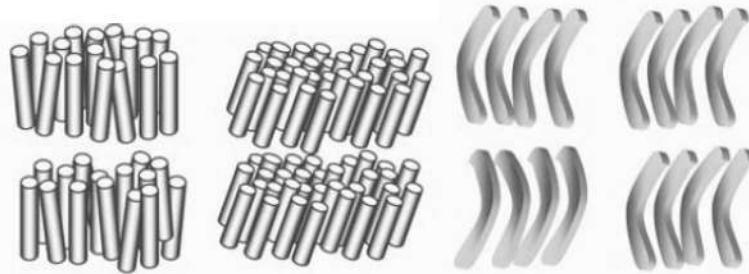


Рис. 4

Наиболее сложно устроены холестерики (так их назвали потому, что аналогичная структура наблюдается у чистого эфира холестерина). Их молекулы являются зеркально-несимметричными, в отличие от зеркально-симметричных молекул нематиков. Молекулы холестериков имеют на одном своём конце «отросток» из группы атомов, выступающий сбоку. Наличие этих выступающих частей приводит к тому, что при укладке молекул в слои происходит их постепенный поворот вокруг направления, перпендикулярного длинным осям молекул (см. рисунок 5).

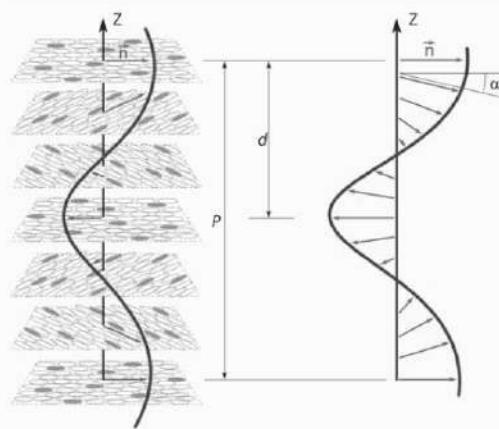


Рис. 5

Полный поворот молекулы холестерила совершают примерно через 300 слоёв, и в результате образуется спиральная молекулярная структура. На шаг этой спирали влияют разные факторы: давление, температура, воздействие электрических и магнитных полей. Шаг спирали определяет длину волны света, который жидкий кристалл отражает лучше всего. Поэтому при освещении белым светом холестерики выглядят окрашенными в некоторый цвет (свой для каждого вещества). У большинства холестериков шаг спиральной структуры уменьшается с ростом температуры, что приводит к изменению цвета жидкого кристалла. Поскольку каждой температуре соответствует свой цвет, эти соединения используются в качестве высокоэффективных термоиндикаторов в технике и в медицине.

**19**

Выберите **два** верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Укажите их номера.

- 1) В первые годы после открытия жидкокристаллов основными их представителями были вещества, молекулы которых имели форму дисков.
- 2) В смектиках молекулы ориентированы в одном направлении, и центры масс всех молекул беспорядочно сдвинуты друг относительно друга.
- 3) Молекулы холестериков являются зеркально-несимметричными и имеют на одном своём конце «отросток» из группы атомов, выступающий сбоку.
- 4) Молекулы нематиков ориентированы в одном направлении и упакованы в слои.
- 5) У большинства представителей холестериков с ростом температуры шаг спиральной структуры уменьшается, что приводит к изменению цвета жидкого кристалла.

Ответ:

--	--

**Для ответов на задания 20–25 используйте отдельные листы. 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**

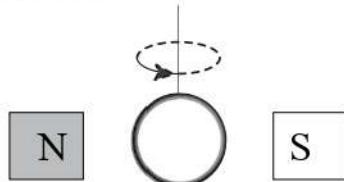
В лаборатории студент, изучая влияние электрического поля на жидкокристаллы, заметил, что холестерик при некотором приложенном электрическом напряжении имеет зелёный цвет. Затем он изменил приложенное напряжение. Какой эффект будет наблюдать студент? Ответ поясните.

**21**

Если мощность двигателя автомобиля постоянная, то автомобиль едет вверх по склону горы с меньшей постоянной скоростью, чем при равномерном движении по ровной поверхности. Почему? Ответ поясните.

**22**

Кольцо из медной проволоки быстро вращается между полюсами сильного магнита (см. рисунок). Трение о воздух отсутствует. Будет ли происходить нагревание кольца? Ответ поясните.



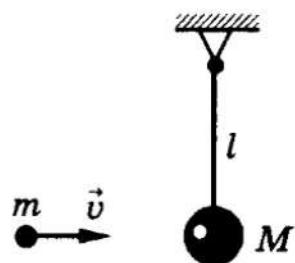
Для заданий 23–25 необходимо записать полное решение, включающее запись краткого условия задачи (Дано), запись формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.

**23**

На какую высоты поднялся бы керосин за поршнем насоса при атмосферном давлении  $p_0 = 750$  мм рт. ст.?

**24**

Деревянный шар массой 1,99 кг висит на невесомой нерастяжимой нити. В него попадает и застrevает в его центре пуля, летящая горизонтально со скоростью 600 м/с (см. рисунок). Масса пули 10 г. После того, как пуля застряла в шаре, шар отклонился от вертикального положения и поднялся на некоторую высоту. Найти количество теплоты, которое выделится при застревании пули в шаре.

**25**

В электропечи полностью расплавили слиток олова за 57 минут. Мощность электропечи 100 кВт. Известно, что до начала плавления олово нужно было нагреть на  $180^\circ\text{C}$ . Какую массу олова расплавили? Потерями энергии можно пренебречь.

**Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ  
9 класс**

28 апреля 2021 года  
Вариант ФИ2090502

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_ класс \_\_\_\_\_

**Инструкция по выполнению работы**

На выполнение тренировочной работы по физике отводится 3 часа (180 минут). Тренировочная 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. Единицы измерения в ответе указывать не надо.

К заданиям 17, 20–25 следует дать развёрнутый ответ. Задания выполняются на отдельном листе. 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 ответы следует записывать яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком.  
**Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

***Желааем успеха!***

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки		
Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$
mega	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	$11\ 350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

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

<b>Температура плавления</b>		<b>Температура кипения</b>	
свинец	$327^{\circ}\text{C}$	вода	$100^{\circ}\text{C}$
олово	$232^{\circ}\text{C}$	спирт	$78^{\circ}\text{C}$
лёд	$0^{\circ}\text{C}$		

<b>Удельное электрическое сопротивление, <math>\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}</math> (при <math>20^{\circ}\text{C}</math>)</b>			
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  $0^{\circ}\text{C}$

**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, 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. Для записи ответов на задания 17, 20–25 используйте отдельные листы. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

**1**

Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения этих величин. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ  
ВЕЛИЧИНА**

- А) давление  
Б) плотность  
В) кинетическая энергия

**ЕДИНИЦА**

- 1) килограмм на кубический метр ( $1 \text{ кг}/\text{м}^3$ )  
2) килограмм-метр в секунду ( $1 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$ )  
3) джоуль (1 Дж)  
4) ньютон (1 Н)  
5) паскаль (1 Па)

Ответ:

A	B	V

**2**

Брусок в форме параллелепипеда едет с торможением по горизонтальной шероховатой поверхности после того, как его толкнули. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения:  $m$  – масса бруска;  $s$  – расстояние, которое проехал брусок до остановки,  $\mu$  – коэффициент трения,  $g$  – ускорение свободного падения.

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

**ФОРМУЛА**

- A)  $\mu mgs$   
B)  $mg$

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- 1) сила давления, действующая со стороны бруска на поверхность
- 2) сила трения, действующая на брусок
- 3) модуль работы силы трения
- 4) давление, оказываемое бруском на поверхность

Ответ:

A	B

**3**

Если герметично закрытую бутылку с небольшим количеством воды нагреть, то давление пара внутри бутылки

- 1) увеличится только за счёт увеличения плотности пара;
- 2) увеличится только за счёт увеличения скорости движения молекул пара;
- 3) увеличится за счёт увеличения плотности пара и увеличения скорости движения молекул пара;
- 4) не изменится.

Ответ:

**4**

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

На уроке физики, демонстрируя гидростатические явления, учитель показал опыт, который называется «картизянский водолаз». Авторство этого опыта приписывают Рене Декарту (по латыни его фамилия – Картезий).

Учитель взял высокий стеклянный сосуд и заполнил его водой, оставив сверху лишь небольшой объём воздуха. В этот сосуд он поместил открытую снизу медицинскую пипетку, которая играла роль «водолаза». Пипетка была частично заполнена водой и частично воздухом, так, чтобы она плавала в воде, немного выступая над её поверхностью (на рисунке 1 показана верхняя часть стеклянного сосуда). Затем учитель герметично закрыл стеклянный сосуд

сверху резиновой плёнкой. Нажимая пальцами на эту плёнку, учитель продемонстрировал, что «водолаз» пошёл ко дну сосуда (см. рисунок 2). Когда же учитель перестал давить на плёнку, «водолаз» снова всплыл.

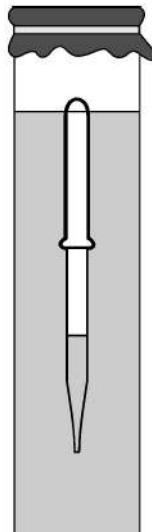


Рис. 1.

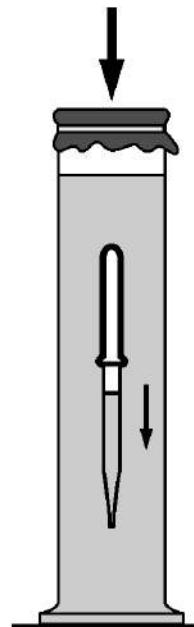


Рис. 2.

Как же работает этот прибор? Дело в том, что, нажимая на плёнку, учитель немного сжал воздух в верхней части сосуда, тем самым \_\_\_\_\_ (А) давление воздуха, и это давление передалось воде. Согласно закону Паскаля, давление в жидкостях передаётся во все стороны \_\_\_\_\_. (Б). Поэтому давление воды снаружи у открытого нижнего края пипетки становится выше, чем внутри пипетки, и вода вдавливается внутрь пипетки, заполняет её, и пипетка становится \_\_\_\_\_ (В) и тонет. При прекращении надавливания рукой на плёнку, сжатый воздух внутри пипетки \_\_\_\_\_ (Г), «водолаз» становится легче и снова всплывает вверх.

#### ***Список слов и словосочетаний:***

- 1) одинаково
- 2) повысив
- 3) понизив
- 4) по-разному, в зависимости от направления
- 5) втягивает дополнительную воду
- 6) выталкивает лишнюю воду
- 7) легче
- 8) тяжелее

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

A	Б	В	Г

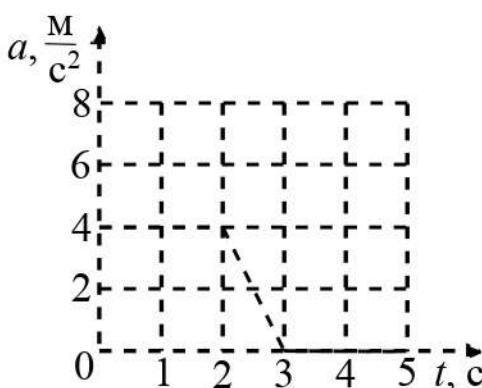
**5**

Модуль ускорения свободного падения на планете А в 9 раз больше, чем на планете Б. Обе планеты сферические, однородные и состоят из минералов одинаковой плотности. Найдите отношение радиуса планеты А к радиусу планеты Б. Объём шара рассчитывается по формуле:  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

**6**

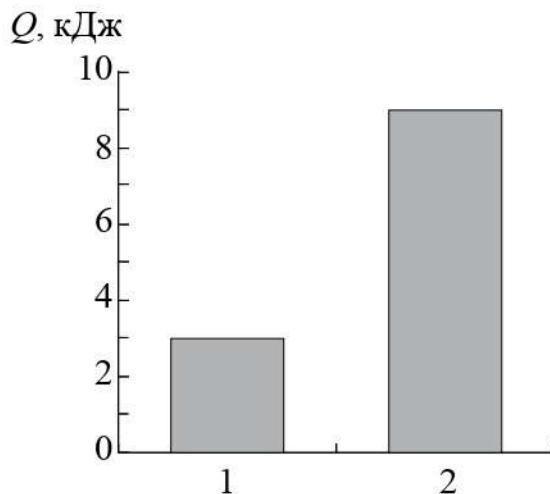
На рисунке представлен график зависимости ускорения  $a$  тела массой 0,5 кг от времени  $t$ . Используя данные графика, вычислите, на сколько увеличится модуль импульса этого тела за первые две секунды движения. Начальная скорость тела равна нулю.



Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

**7**

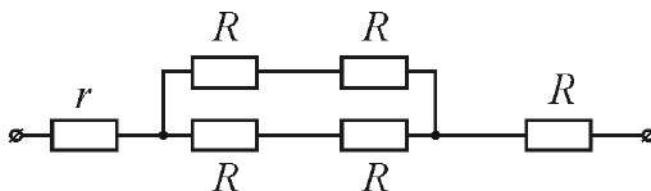
На диаграмме для двух веществ приведены значения количества теплоты, необходимого для одинакового изменения температуры тела «1» массой 2 кг и тела «2» массой 0,5 кг. Найдите отношение  $c_2/c_1$  удельной теплоёмкости тела «2» к удельной теплоёмкости тела «1».



Ответ: \_\_\_\_\_.

**8**

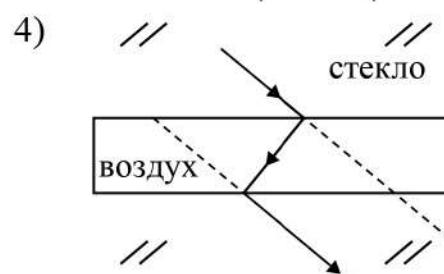
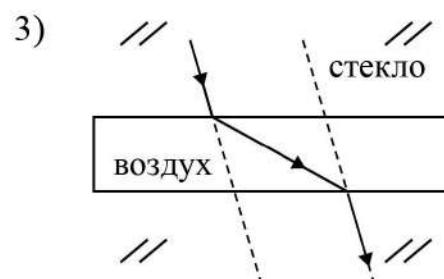
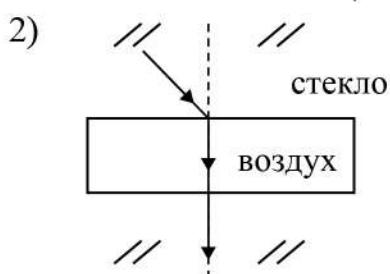
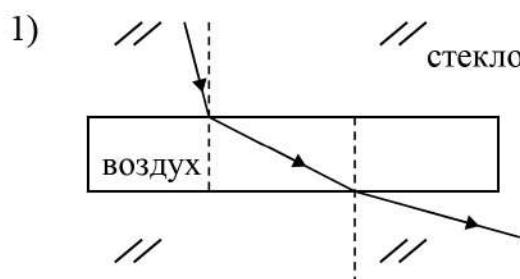
Чему равно общее сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, если  $R = 4 \text{ Ом}$ ,  $r = 3 \text{ Ом}$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

**9**

В куске стекла имеется воздушная полость в форме плоскопараллельной пластины. На каком рисунке – 1, 2, 3 или 4 – правильно изображён ход луча через эту полость?



Ответ:

**10**

Используя фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева, представленный на рисунке, определите порядковый номер химического элемента, изотоп которого образуется в результате альфа-распада ядра урана-238.

Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96
Торий		Протактиний		Уран		Нептуний		Плутоний		Америций		Кюрий	
232,05		[231]		238,07		[237]		[242]		[243]		[247]	

Ответ: \_\_\_\_\_.

**11**

Вода, предварительно охлаждённая до температуры кристаллизации, начинает превращаться в лёд. Как в процессе этого превращения меняются внутренняя энергия смеси лёд-вода и средняя плотность смеси лёд-вода? 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.

Внутренняя энергия смеси лёд-вода	Средняя плотность смеси лёд-вода

**12**

Сpirаль электроплитки нарастили, присоединив последовательно к ней ещё одну дополнительную секцию. Как в результате этого изменились следующие физические величины: сила электрического тока в спирали, мощность электрического тока, потребляемая плиткой?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

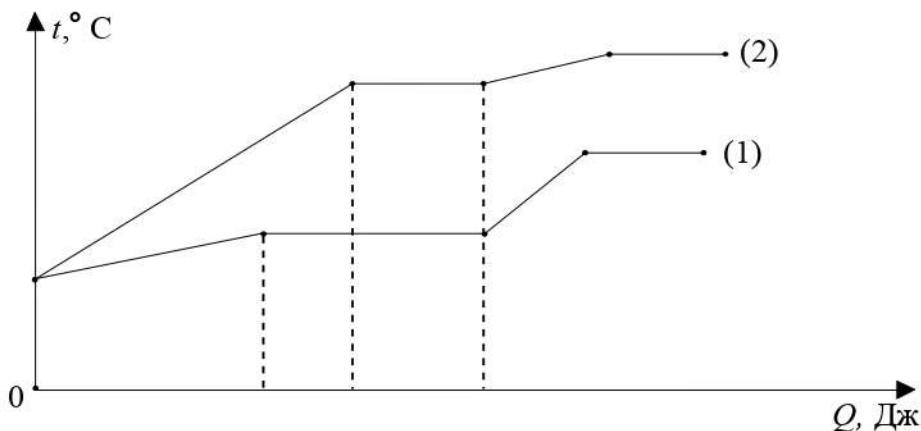
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Сила электрического тока в спирали	Мощность электрического тока, потребляемая плиткой

13

На рисунке для двух веществ одинаковой массы представлены графики зависимости температуры  $t$  от полученного количества теплоты  $Q$ . Первоначально каждое вещество находилось в твёрдом состоянии.



Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Запишите в ответе их номера.

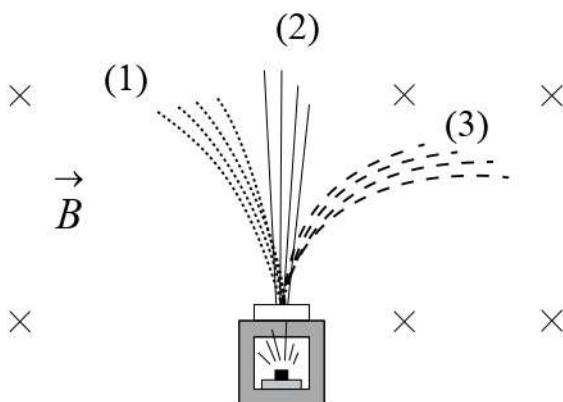
- 1) Температура плавления первого вещества выше температуры плавления второго вещества.
- 2) Удельная теплоёмкость первого вещества в твёрдом состоянии равна удельной теплоёмкости второго вещества в твёрдом состоянии.
- 3) В процессе плавления первого вещества было израсходовано большее количество теплоты, чем в процессе плавления второго вещества.
- 4) Представленные графики не позволяют сравнить температуры кипения двух веществ.
- 5) На нагревание и полное плавление веществ потребовалось одинаковое количество теплоты.

Ответ:

--	--

14

Контейнер с радиоактивным веществом помещают в магнитное поле, в результате чего пучок радиоактивного излучения от этого вещества распадается на три компоненты так, как показано на рисунке. Магнитное поле направлено перпендикулярно плоскости рисунка от читателя.



Используя этот рисунок, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения. Запишите в ответе их номера.

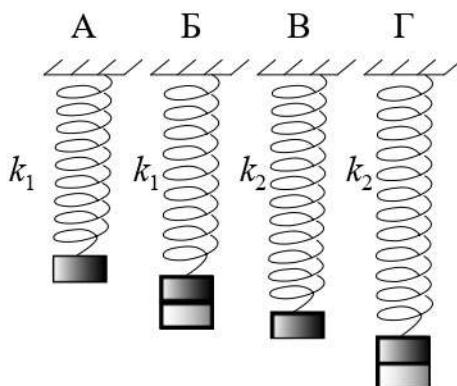
- 1) Компонента 1 представляет собой поток электронов.
- 2) Компонента 2 не имеет электрического заряда.
- 3) Компонента 3 представляет собой поток положительно заряженных частиц.
- 4) В постоянном магнитном поле модуль скорости движения заряженных частиц изменяется.
- 5) Если магнитное поле направить вертикально вверх, то разделить пучок радиоактивного излучения на компоненты не получится.

Ответ:

--	--

**15**

Необходимо экспериментально установить, зависит ли период колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины.



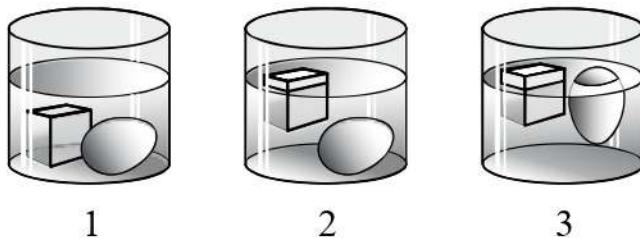
Какую из указанных пар маятников из представленных на рисунке можно использовать для этой цели?

- 1) А и Б
- 2) Б и Г
- 3) А и Г
- 4) В и Г

Ответ:

**16**

Учитель на уроке последовательно опустил в три разные жидкости сплошной кубик изо льда и сырое яйцо (см. рисунок).



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

- 1) Плотность яйца больше плотности льда.
- 2) В первом стакане может быть налита чистая вода.
- 3) Плотность жидкости в первом стакане наибольшая.
- 4) Плотность жидкости во втором и в третьем стаканах больше плотности льда.
- 5) Во всех трёх жидкостях сила тяжести, действующая на кубик изо льда, уравновешена выталкивающей силой.

Ответ:

**Для ответа на задание 17 используйте отдельный лист. 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.

На отдельном листе:

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

**18**

Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе их работы.

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО**

- A) гидротурбина  
Б) зеркальный перископ

**ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ**

- 1) превращение механической энергии в электрическую
- 2) превращение внутренней энергии в электрическую
- 3) преломление света
- 4) отражение света

Ответ:

A	Б

**Прочтайте текст и выполните задания 19–20.****Как управлять жидкими кристаллами**

В 1888 г. австрийский ботаник Ф. Рейнитцер, изучая эфиры холестерина, получил новое химическое вещество – холестерилбензоат. Он заметил, что данное вещество плавится в две стадии: вначале, при температуре 145°C, твёрдое вещество превращается в мутную жидкость, сильно рассеивающую свет. При дальнейшем повышении температуры до 179°C эта жидкость как будто плавится повторно и превращается в прозрачный расплав. Рейнитцер обратился за помощью к немецкому кристаллографу О. Леману, который установил, что мутная фаза, наблюданная Ф. Рейнитцером, обладает двойным лучепреломлением, свойственным лишь твёрдым кристаллам. Поскольку вещество в мутной фазе могло течь и принимать форму сосуда, в котором находится, что присуще жидкостям, данный класс соединений назвали жидкими кристаллами.

Жидкокристаллическое (ЖК) состояние можно наблюдать лишь у соединений, молекулы которых имеют определённую форму, одновременно с этим молекулы должны быть достаточно жёсткими. Наиболее известны и распространены жидкие кристаллы, содержащие молекулы стержнеобразной формы. В зависимости от расположения молекул друг относительно друга жидкие кристаллы подразделяют на три основных класса: нематики, смектики и холестерики. Наиболее простое строение имеют нематики (от греч. «нема» – нить). В жидкокристаллическом состоянии молекулы нематика взаимно параллельны, но центры масс всех молекул беспорядочно сдвинуты друг относительно друга (см. рисунок 1).

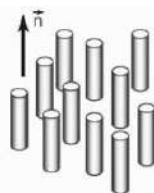


Рис. 1

Именно на основе нематических жидких кристаллов были созданы первые быстродействующие и экономичные ЖК-индикаторы, управляемые внешним электрическим полем. Они стали основным элементом табло наручных электронных часов, калькуляторов, ЖК-телефизоров, электронных приборов технического и бытового назначения. Рассмотрим, например, как устроен и работает индикатор, используемый в калькуляторе.

Основа любого ЖК-индикатора – так называемая электрооптическая ячейка. Если нематическую жидкость залить тонким слоем на поверхность стекла с бороздками, то все молекулы нематика будут одинаково ориентированы – уложены вдоль бороздок. В электрооптической ячейке

жидкий кристалл заливают между двумя стеклянными пластинками с прорезанными бороздками, расположенными под углом  $90^\circ$  друг к другу. Молекулы нематика вблизи каждой из пластин ориентированы вдоль бороздок в пластине, а в пространстве между пластинами молекулы плавно поворачиваются, образуя спиральную структуру (см. рисунок 2). В этом случае нематик будет прозрачным.

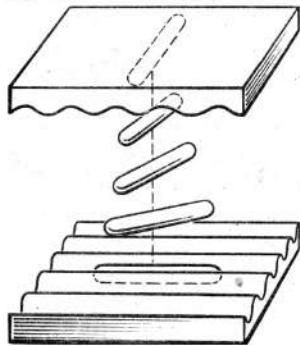


Рис. 2

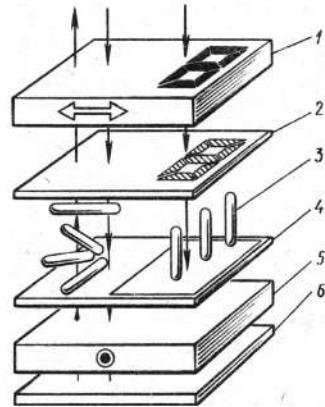


Рис. 3

На стеклянные пластины наносят прозрачный проводящий слой из оксида олова или индия, и, таким образом, они становятся электродами. Теперь, если на электроды подать небольшое напряжение (достаточно 1,5-3 В), то ориентация молекул нематика изменится, и жидкий кристалл потеряет свою прозрачность. На рисунке 3 показан индикатор, работающий на ориентационном эффекте. Выше и ниже стеклянных пластин 2 и 4 расположены специальные прозрачные пластины 1 и 5, называемые поляроидами. В отсутствие напряжения падающий сверху свет свободно проходит через кристалл и поляроиды, отражается от зеркала 6 и свободно выходит в обратном направлении (левая часть рисунка 3). При подаче на электроды напряжения спиральная структура жидкого кристалла разрушается (правая часть рисунка 3), и свет не проходит к зеркалу через поляроид 5. Из-за отсутствия света участки, между которыми приложено напряжение, на общем светлом фоне кажутся тёмными. Подавая малое напряжение на различные ячейки, получают тёмные изображения цифр или букв на светлом фоне.

**19**

Выберите **два** верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Укажите их номера.

- 1) Ф. Рейнитцер обнаружил, что изучаемое им вещество холестерилбензоат плавится в две стадии: при температуре  $145^{\circ}\text{C}$  превращается в прозрачную жидкость, которая после нагревания её выше  $179^{\circ}\text{C}$  превращается в мутный расплав.
- 2) В жидкокристаллическом состоянии молекулы нематика взаимно параллельны, но беспорядочно сдвинуты вдоль своих осей.
- 3) Жидкокристаллическое состояние можно наблюдать только у соединений, имеющих определённую форму строения молекул, одновременно с этим молекулы должны быть достаточно гибкими.
- 4) В электрооптической ячейке в отсутствие напряжения молекулы нематика располагаются строго параллельными рядами.
- 5) В индикаторе, работающем на ориентационном эффекте, ячейки, к электродам которых приложено напряжение, кажутся тёмными на общем светлом фоне.

Ответ:

--	--

**Для ответов на задания 20–25 используйте отдельные листы. 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**

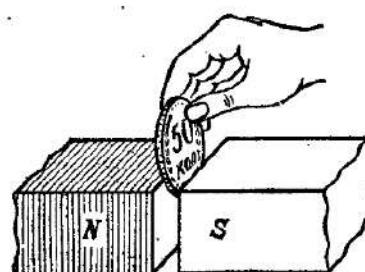
Индикатор, работающий на ориентационном эффекте, показывает цифру «1». Что случится с ориентацией молекул нематика и прозрачностью жидкого кристалла, если напряжение, подаваемое на ячейки, формирующие эту цифру, отключить? Ответ поясните.

**21**

На скоростных автомобилях ставят двигатели гораздо большей мощности, чем на обычных. Почему? Ответ поясните.

**22**

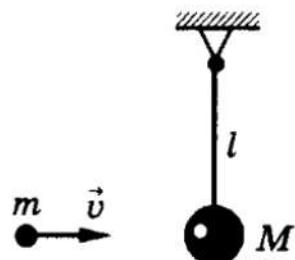
Медной монете предоставили возможность падать между полюсами сильного магнита (см. рисунок). Почему монета между полюсами магнита падает замедленно, как будто она движется в вязкой жидкости? Ответ поясните.



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** На какую высоту поднялась бы морская вода за поршнем насоса при атмосферном давлении  $p_0 = 760$  мм рт. ст.?

**24** В шар массой 5 кг, подвешенный на невесомой нерастяжимой нити, попадает пуля массой 20 г, летящая с горизонтальной скоростью 1000 м/с (см. рисунок). Пройдя через шар, она продолжает движение в том же направлении со скоростью 500 м/с. Найти максимальную высоту, на которую поднимется шар.



**25** В электропечи полностью расплавили слиток стали массой 1 т. Мощность электропечи 100 кВт. Известно, что до начала плавления сталь нужно было нагреть на 1200°С. Найдите время, за которое сталь нагрелась и полностью расплавилась. Потерями энергии можно пренебречь.