

**Инструкция по выполнению работы**

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать линейку и непрограммируемый калькулятор.

Все бланки заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

*Желаем успеха!*

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

Десятичные приставки		
Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$
мега	М	$10^6$
кило	к	$10^3$
гекто	г	$10^2$
санти	с	$10^{-2}$
милли	м	$10^{-3}$
микро	мк	$10^{-6}$
нано	н	$10^{-9}$

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

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

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

Температура плавления		Температура кипения при нормальном атмосферном давлении	
свинца	327 °C	воды	100 °C
олова	232 °C	спирта	78 °C
льда	0 °C		

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

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

Ответом к заданиям 1, 2, 4, 11–14, 16, 18 и 19 является последовательность цифр. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Ответом к заданиям 3 и 15 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 5–10 является число. Единицы измерения в ответе указывать не надо. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Ответы на задания 17, 20–25 запишите на БЛАНКЕ ОТВЕТОВ № 2.

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

- | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ    | ПРИБОРЫ         |
|------------------------|-----------------|
| А) электрический заряд | 1) ваттметр     |
| Б) мощность тока       | 2) электромметр |
| В) сила тока           | 3) вольтметр    |
|                        | 4) амперметр    |
|                        | 5) омметр       |

Ответ:

А	Б	В

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

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

**ФОРМУЛЫ**

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

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

Ответ:

А	Б

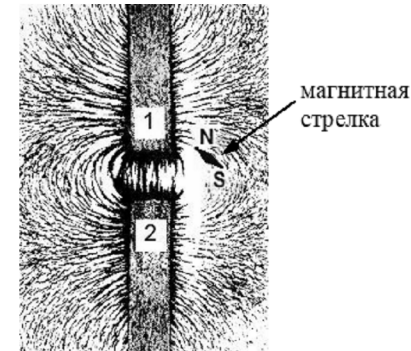
3 Летучие мыши ориентируются в пространстве благодаря эхолокации. Какое физическое явление лежит в основе эхолокации?

- 1) отражение световой волны  
 2) отражение звуковой волны  
 3) преломление световой волны  
 4) преломление звуковой волны

Ответ:

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

На рисунке представлена картина линий магнитного поля, полученная с помощью железных опилок от двух полосовых магнитов, размещённых на поверхности деревянного стола (см. рисунок, вид сверху). Рядом размещена маленькая магнитная стрелка на подставке, способная свободно ориентироваться в магнитном поле.



Картина магнитных линий соответствует (А) \_\_\_\_\_ полюсов магнитов, следовательно, полюсы 1 и 2 являются (Б) \_\_\_\_\_. Так как магнитная стрелка своим (В) \_\_\_\_\_ полюсом притянулась к полюсу 1, то он является (Г) \_\_\_\_\_ полюсом указанного магнита.

**Список слов и словосочетаний:**

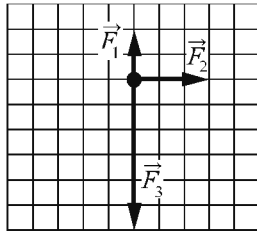
- 1) электрическое взаимодействие  
 2) притяжение  
 3) отталкивание  
 4) одноимённый  
 5) разноимённый  
 6) северный  
 7) южный

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

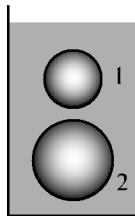
- 5 На тело действуют три силы, модули которых:  $F_1 = 2$  Н;  $F_2 = 3$  Н и  $F_3 = 6$  Н. Силы действуют в одной плоскости. Направления действия сил показаны на рисунке.



Чему равен модуль равнодействующей этих трёх сил?

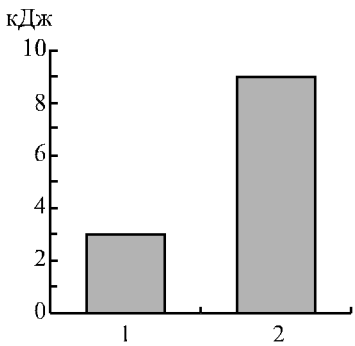
Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 6 Два шара полностью опущены в воду: шар 1 на глубину 8 см, шар 2 на глубину 16 см. Объём шара 1 в 2 раза меньше объёма шара 2. Во сколько раз выталкивающая сила, действующая на шар 1, меньше выталкивающей силы, действующей на шар 2?



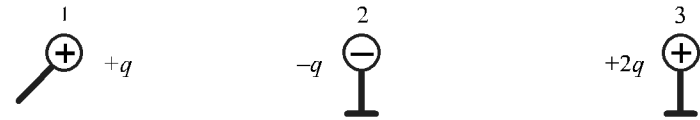
Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

- 7 На диаграмме для двух веществ приведены значения количества теплоты, необходимого для плавления 500 г вещества, нагретого до температуры плавления. Во сколько раз удельная теплота плавления второго вещества больше удельной теплоты плавления первого вещества?



Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

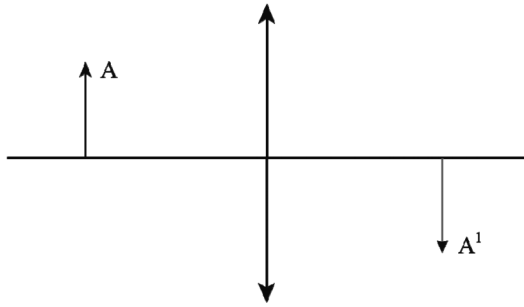
- 8 Металлический шарик 1, укрепленный на длинной изолирующей ручке и имеющий заряд  $q = +2,8$  нКл, приводят поочередно в соприкосновение с двумя такими же шариками: 2 и 3, расположенными на изолирующих подставках и имеющими заряды соответственно  $-q$  и  $+2q$  (см. рисунок).



Какой заряд в результате останется на шарике 3?

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

9 В собирающей линзе оптической силой 5 дптр изображение  $A^1$  предмета  $A$  действительное и равное по высоте предмету (см. рисунок). На каком расстоянии от линзы находится предмет  $A$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ м.

10 Каково массовое число ядра  $X$  в реакции  ${}^{238}_{92}\text{U} + {}^{12}_6\text{C} \longrightarrow X + 4{}_0^1\text{n}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

11 Спиртовой термометр вынесли из тёплого помещения на улицу в прохладный день. Как при этом изменились средняя скорость теплового движения молекул спирта и плотность спирта?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Средняя скорость теплового движения молекул спирта	Плотность спирта

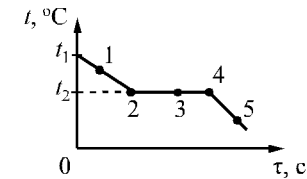
12 Синий луч света переходит из воды в воздух. Как изменяются при этом скорость распространения светового луча и частота световой волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Скорость распространения света	Частота световой волны

13 На рисунке представлен график зависимости температуры  $t$  от времени  $\tau$ , полученный при равномерном непрерывном охлаждении вещества, первоначально находившегося в жидком состоянии.



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

- 1) Точка 1 на графике соответствует началу процесса отвердевания жидкости.
- 2) Температура  $t_2$  соответствует температуре плавления вещества.
- 3) Внутренняя энергия вещества при переходе из состояния 4 в состояние 5 увеличивается.
- 4) Точка 4 на графике соответствует твёрдому состоянию вещества.
- 5) Внутренняя энергия вещества при переходе из состояния 2 в состояние 3 не изменяется.

Ответ:

- 14 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева.

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

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

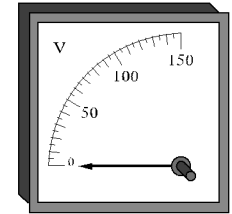
- 1) Ядро кислорода с массовым числом 17 содержит 9 протонов.
- 2) Ядро кислорода с массовым числом 17 содержит 8 нейтронов.
- 3) Нейтральный атом фтора содержит 9 электронов.
- 4) Ядро лития с массовым числом 7 содержит 7 нейтронов.
- 5) При ионизации атома заряд ядра не меняется.

Ответ:

- 15 Цена деления и предел измерения вольтметра (см. рисунок) равны соответственно

- 1) 5 В; 150 В
- 2) 50 В; 150 В
- 3) 10 В; 150 В
- 4) 150 В; 50 В

Ответ:



- 16** Ученик провёл эксперимент по изучению силы упругости, возникающей при подвешивании грузов различной массы к пружинкам 1 и 2 одинакового размера, но сделанным из разных материалов. Результаты экспериментальных прямых измерений массы груза  $m$  и удлинения  $(l-l_0)$  пружинки, а также косвенных измерений коэффициента жёсткости  $k$  представлены в таблице.

№ опыта		$m$ , кг	$(l-l_0)$ , см	$k$ , $\frac{H}{M}$
1	пружинка 1	0,2	4,0	50
2	пружинка 1	0,4	8,0	50
3	пружинка 1	0,8	16,0	50
4	пружинка 2	0,2	2,0	100
5	пружинка 2	0,6	6,0	100

Из предложенного перечня выберите **два** утверждения, соответствующих проведённым опытам. Укажите их номера.

- 1) Жёсткость не зависит от упругих свойств материала пружинки.
- 2) Удлинение пружинки зависит от массы подвешиваемого груза.
- 3) Жёсткость не зависит от массы подвешиваемого груза.
- 4) Жёсткость зависит от размеров пружины.
- 5) Удлинение пружинки обратно пропорционально массе подвешиваемого груза.

Ответ: 

--	--

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

- 17** Используя источник тока (4,5 В), вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода, резистор, обозначенный  $R_2$ , соберите экспериментальную установку для исследования зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах. Абсолютную погрешность измерения силы тока принять равной  $\pm 0,02$  А, напряжения –  $\pm 0,1$  В.

В бланке ответов:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) установив с помощью реостата поочерёдно силу тока в цепи, равную 0,3 А, 0,4 А и 0,5 А, и измерив в каждом случае значение электрического напряжения на концах резистора, укажите результаты измерения силы тока и напряжения с учётом абсолютной погрешности измерения для трёх случаев в виде таблицы (или графика);
- 3) сформулируйте вывод о зависимости силы электрического тока в резисторе от напряжения на его концах.

- 18** Установите соответствие между научными открытиями в области физики и именами учёных, которым эти открытия принадлежат. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ	УЧЁНЫЕ
А) явление электромагнитной индукции	1) Г.Х. Эрстед
Б) тепловое действие тока	2) М. Фарадей
	3) У. Гершель
	4) Дж. Джоуль

Ответ: 

А	Б

Прочитайте текст и выполните задания 19 и 20.

### Рыбы-брызгуны

Рыбы-брызгуны, род лучепёрых рыб семейства Toxotidae отряда окунеобразных, отличаются способностью брызгать водой из-под воды в воздух с целью сбить и впоследствии съесть насекомых, упавших в воду.

Рыбы-брызгуны отличаются меткостью, практически всегда поражая «плевком» воды свою цель. Длина «выстрела» составляет 1–2 метра в зависимости от размера рыбы. Для стрельбы водой брызгун замирает у поверхности воды прямо под жертвой вверх головой и резким движением жаберных крышек направляет воду на жертву.

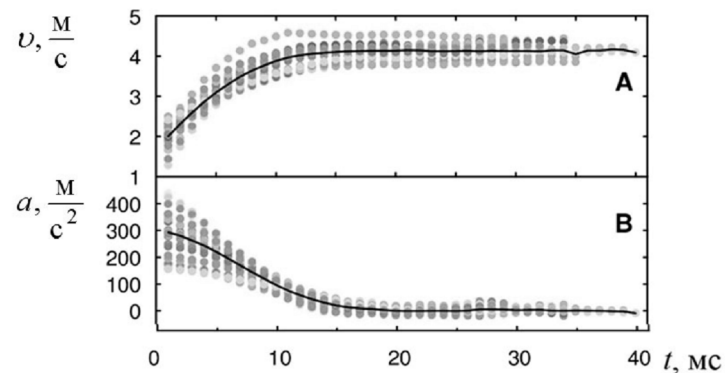


Рисунок 1

Чтобы разобраться в механизме такого уникального способа охоты, физики засняли процесс охоты полосатого брызгуна на сверхскоростную видеокамеру со скоростью съёмки 1000 кадров в секунду и получили динамические характеристики струи (см. рисунок 1).

Анализ видеок кадров показал, что струя вылетает изо рта брызгуна с большим ускорением. Ускорение быстро уменьшается и падает до нуля за 15 мс, скорость выплонутой рыбой воды при этом достигает  $4 \frac{м}{с}$ .

В процессе «плевка» рыба постепенно увеличивает скорость выплёвываемой жидкости, получается, что начало выпущенной струи движется с меньшей скоростью, чем её окончание. В струе можно выделить большую головную часть (движущуюся с меньшей скоростью) и тонкий «хвост» (движущийся с большей скоростью).

Перед попаданием в цель масса и размер головной части струи увеличиваются за счёт перетекания жидкости из хвостовой части, а длина

хвостовой части уменьшается. Это позволяет поразить насекомое максимальным количеством жидкости за минимальное время.

По расчётам учёных струя воды в момент удара о насекомое действует на него с силой около 200 мН. Среднее насекомое (например, муха или клоп) массой около 100 мг обычно цепляется за ветку с силой примерно 20 мН. Таким образом, сила струи при ударе почти на порядок превышает силу, с которой жертва хватается за ветку, что объясняет лёгкость, с которой сбивается насекомое.

19

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

- 1) На основании анализа видеок кадров можно утверждать, что изо рта брызгуна струя воды вылетает с небольшой скоростью около  $2 \frac{м}{с}$  и большим ускорением  $200-400 \frac{м}{с^2}$ .
- 2) Сила удара струи о насекомое превышает его вес в 10 раз.
- 3) В процессе плевка скорость выплёвываемой брызгуном жидкости не изменяется.
- 4) Согласно графикам, приведённым в тексте, струя движется замедленно первые 15 мс, а затем, следующие 15 мс, – равномерно со скоростью  $4 \frac{м}{с}$ .
- 5) В процессе полёта масса воды, выпущенной рыбой-брызгуном, практически не изменяется.

Ответ:

--	--

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

- 20** На рисунке 2 изображена цилиндрическая модель струи, выпущенной рыбобрызгуном, в различные моменты времени после «плевка». В какой(-ие) момент(ы) времени сила удара струи о препятствие будет наибольшей? Ответ поясните. Считать, что скорость передней и задней частей струи в процессе движения не меняется, а после удара струя не отражается.

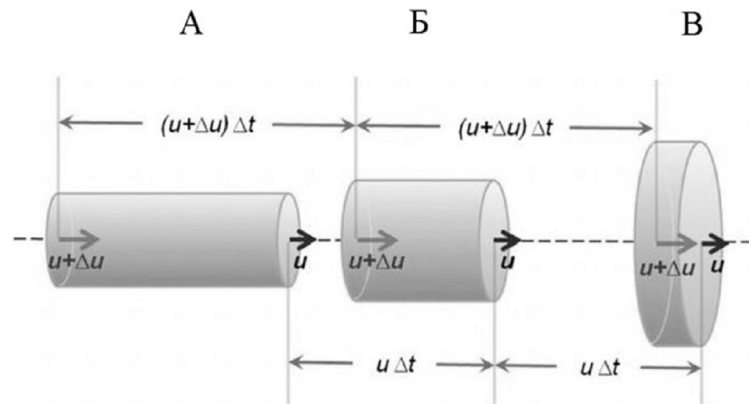


Рисунок 2

- 21** На рычажных весах уравновешены два сплошных шара: мраморный и железный. Нарушится ли равновесие весов, и если нарушится, то как, если шары опустить в воду? Ответ поясните.
- 22** В каком случае колебания стрелки компаса затухают быстрее: если корпус компаса изготовлен из стали или из дерева? 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** Меняя электрическое напряжение на участке цепи, состоящем из никелинового проводника длиной 5 м, полученные данные измерений силы тока и напряжения ученик записал в таблицу.

$U, \text{В}$	12	9,6	6	4,8	3	1,5
$I, \text{А}$	2,4	1,92	1,2	0,96	0,6	0,3

Чему равна площадь поперечного сечения проводника?

- 24** Гирия падает на землю, ударяется о препятствие и нагревается от 30 °С до 100 °С. Чему была равна скорость гири перед ударом? Считать, что всё количество теплоты, выделяемое при ударе, поглощается гирей. Удельная теплоёмкость вещества, из которого изготовлена гирия, равна  $140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$ .
- 25** В электрочайник налили воду массой 750 г при температуре 20 °С. Через 20 мин. нагревания выкипело 50 г воды. Чему равен КПД чайника, если сопротивление спирали составляет 30 Ом, а сила тока в спирали равна 4 А?



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

**Номер комплекта оборудования, используемого при проведении  
экзамена по ФИЗИКЕ**

№ КИМ	№ комплекта оборудования	№ места участника (заполняется вручную)
	3	