

**Основной государственный экзамен  
по ФИЗИКЕ**

**Вариант № 003**

**Инструкция по выполнению работы**

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий. Часть 1 содержит 21 задание с кратким ответом и одно задание с развёрнутым ответом, часть 2 содержит четыре задания с развёрнутым ответом.

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3 часа (180 минут).

Ответы к заданиям 2–5, 8, 11–14, 17, 18, 20 и 21 записываются в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1.

Ответы к заданиям 1, 6, 9, 15, 19 записываются в виде последовательности цифр без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Ответы к заданиям 7, 10 и 16 записываются в виде числа с учётом указанных в ответе единиц. Единицы измерения в ответе указывать не надо. Ответы запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1.

К заданиям 22–26 следует дать развёрнутый ответ. Задания выполняются на бланке ответов № 2. Задание 23 экспериментальное, и для его выполнения необходимо воспользоваться лабораторным оборудованием.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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.

***Желаем успеха!***

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

<b>Десятичные приставки</b>		
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	$10^{-9}$

<b>Константы</b>	
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	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

<b>Плотность</b>			
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	$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	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	$420 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$		

<b>Температура плавления</b>		<b>Температура кипения</b>	
свинца	327 °C	воды	100 °C
олова	232 °C	спирта	78 °C
льда	0 °C		

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

## Часть 1

**Ответом к заданиям 1, 6, 9, 15, 19 является последовательность цифр. Последовательность цифр записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Ответом к заданиям 2–5, 8, 11–14, 17, 18, 20 и 21 является одна цифра, которая соответствует номеру правильного ответа. Ответом к заданиям 7, 10 и 16 является число. Единицы измерения в ответе указывать не надо.**

**Запишите ответ 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.**

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

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила электрического тока  
Б) электрическое напряжение  
В) электрический заряд

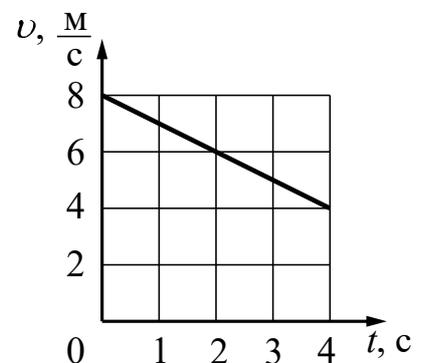
## ПРИБОРЫ

- 1) омметр  
2) вольтметр  
3) амперметр  
4) электромметр  
5) манометр

Ответ:

А	Б	В

- 2** Используя график зависимости скорости движения тела  $v$  от времени  $t$ , определите скорость тела в момент времени  $t = 8$  с, считая, что характер движения тела не изменяется.

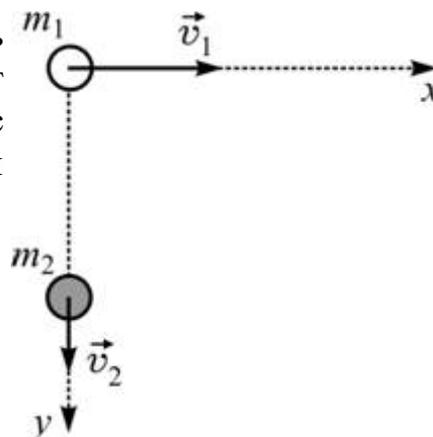


- 1) 0                      2)  $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$                       3)  $2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$                       4)  $3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ:

3

По гладкой горизонтальной поверхности вдоль осей  $x$  и  $y$  движутся две шайбы массами  $m_1 = 0,1$  кг и  $m_2 = 0,15$  кг со скоростями  $v_1 = 2$  м/с и  $v_2 = 1$  м/с соответственно, как показано на рисунке. У какой из шайб модуль импульса больше?



- 1) у шайбы  $m_1$
- 2) у шайбы  $m_2$
- 3) модули импульса у обеих шайб одинаковы
- 4) однозначно ответить нельзя, так как шайбы движутся во взаимно перпендикулярных направлениях

Ответ:

4

Звуковые волны могут распространяться

- 1) только в газах
- 2) только в жидкостях
- 3) только в твёрдых телах
- 4) в газах, жидкостях и твёрдых телах

Ответ:

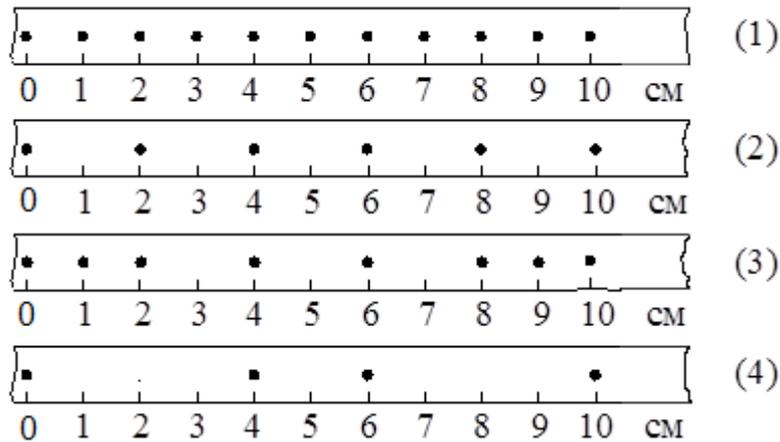
5

Сплошной шарик из парафина сначала поместили в сосуд с машинным маслом, а затем – в сосуд с водой. При этом в сосуде с водой сила Архимеда, действующая на шарик,

- 1) не изменилась, а объём погружённой в жидкость части шарика уменьшился
- 2) не изменилась, а объём погружённой в жидкость части шарика увеличился
- 3) увеличилась, а объём погружённой в жидкость части шарика уменьшился
- 4) уменьшилась, а объём погружённой в жидкость части шарика увеличился

Ответ:

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



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

- 1) С наибольшей средней скоростью на участке от 0 до 10 см двигалось тело 2.
- 2) Средняя скорость движения тела 4 на участке от 0 до 10 см равна 4 м/с.
- 3) Средняя скорость движения тела 3 на участке от 0 до 6 см равна 1,5 см/с.
- 4) С наименьшей средней скоростью на участке от 0 до 10 см двигалось тело 1.
- 5) За первые три секунды движения наибольший путь прошло тело 2.

Ответ:

- 7 К свободному концу верёвки, перекинутой через неподвижный блок, прикладывают силу 125 Н, чтобы равномерно поднимать груз массой 10 кг. Чему равен коэффициент полезного действия этого неподвижного блока?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

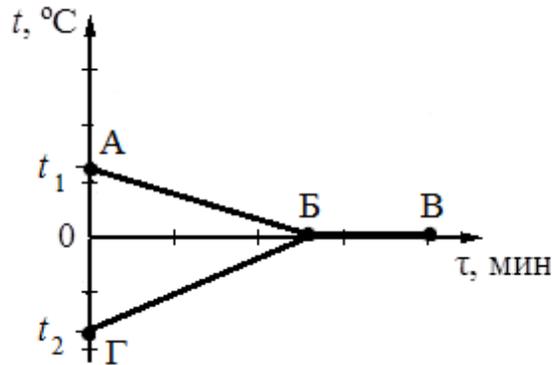
- 8 Температура газа понизится, если  
 А. он совершит работу при быстром расширении  
 Б. он отдаст некоторое количество теплоты

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

Ответ:

9

В калориметр с водой добавили лёд. На рисунке представлены графики зависимости температуры от времени для воды и льда в калориметре. Теплообмен с окружающей средой пренебрежимо мал.



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

- 1) Начальная температура смеси равна  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 2) Участок ВВ соответствует процессу кристаллизации воды в калориметре.
- 3) Точка Б соответствует времени, когда в системе вода-лёд установилось состояние теплового равновесия.
- 4) К моменту установления теплового равновесия вся вода в калориметре превратилась в лёд.
- 5) Процесс, соответствующий участку ГБ, идёт с поглощением энергии.

Ответ:

10

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

$Q$ , кДж	0	2,4	4,8	7,2	9,6	12	14,4
$t$ , $^{\circ}\text{C}$	50	150	250	250	250	250	300

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг ·  $^{\circ}\text{C}$ ).

11

Отрицательно заряженное тело притягивает подвешенный на нити лёгкий шарик из алюминиевой фольги. Заряд шарика может быть:

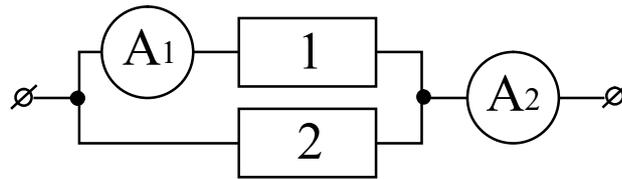
- А. положителен  
Б. равен нулю

Верными являются утверждения:

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

Ответ:

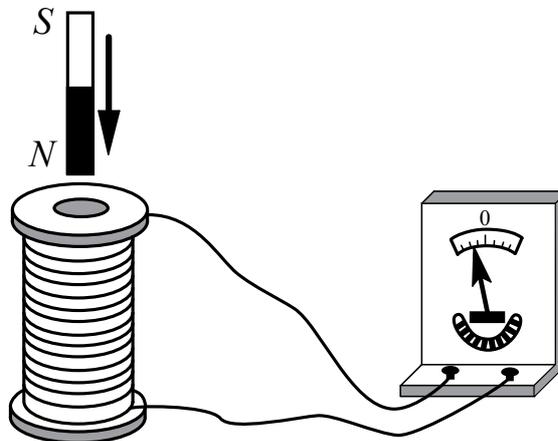
- 12 На рисунке изображено соединение двух проводников. Какой из амперметров правильно включён для измерения силы тока, протекающего через проводник 1?



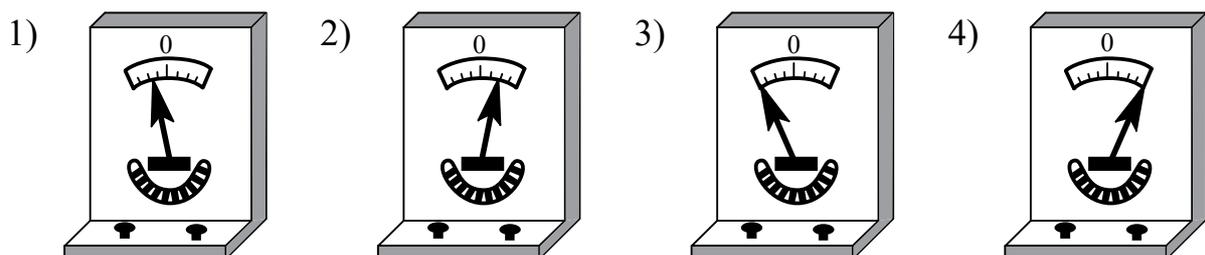
- 1) только  $A_1$       2) только  $A_2$       3) и  $A_1$ , и  $A_2$       4) ни  $A_1$ , ни  $A_2$

Ответ:

- 13 Постоянный магнит вносят в катушку, замкнутую на гальванометр (см. рисунок).

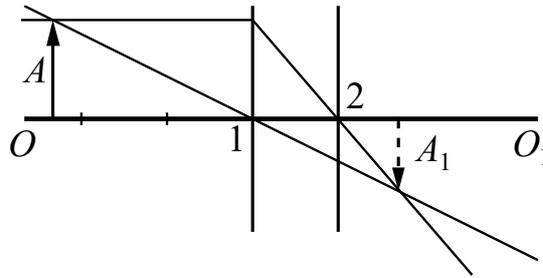


Если вносить магнит в катушку с большей скоростью, то показания гальванометра будут примерно соответствовать рисунку



Ответ:

- 14 На рисунке изображены оптическая ось  $OO_1$  тонкой линзы, предмет  $A$  и его изображение  $A_1$ , а также ход двух лучей, участвующих в образовании изображения.



Согласно рисунку фокус линзы находится в точке

- 1) 1, причём линза является собирающей
- 2) 2, причём линза является собирающей
- 3) 1, причём линза является рассеивающей
- 4) 2, причём линза является рассеивающей

Ответ:

- 15** На кухне включена микроволновая печь. Как изменится общая сила тока в электрической цепи, а также общая потребляемая электрическая мощность, если дополнительно в электрическую сеть включить электрический чайник? Установите соответствие между физическими величинами и их возможными изменениями.

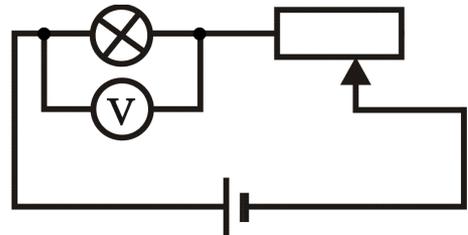
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Общая сила тока в цепи	Общая потребляемая электрическая мощность

- 16** Последовательно с электрической лампой включён реостат. Напряжение на концах цепи 220 В, сила тока в цепи – 5 А. Подключённый к лампе вольтметр показывает 120 В. Чему равно сопротивление реостата?



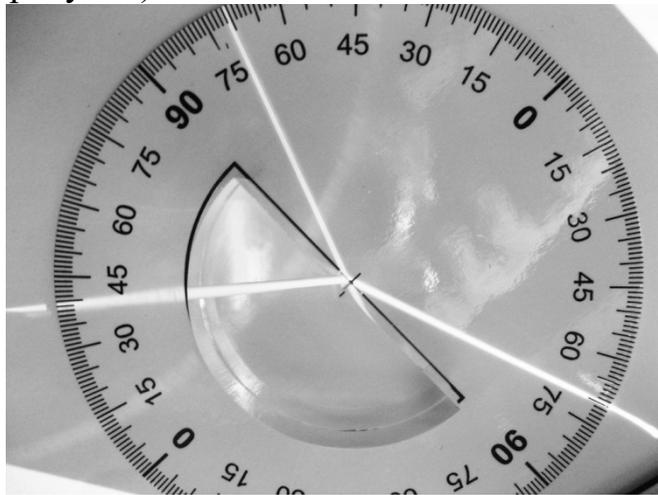
Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

**17** Атом становится отрицательно заряженным ионом. Как при этом изменяется заряд его ядра?

- 1) ядро остается положительно заряженным
- 2) ядро было положительно заряженным, а приобрело отрицательный заряд
- 3) ядро было отрицательно заряженным, а приобрело положительный заряд
- 4) ядро атома становится электрически нейтральным.

Ответ:

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



Угол преломления равен примерно

- 1)  $20^\circ$
- 2)  $40^\circ$
- 3)  $50^\circ$
- 4)  $70^\circ$

Ответ:

**19** Ученик провел эксперимент по изучению выталкивающей силы, действующей на тело, полностью погруженное в жидкость, причем для эксперимента он использовал различные жидкости и сплошные цилиндры разного объема, изготовленные из разного материала.

Результаты экспериментальных измерений объема цилиндров  $V$  и выталкивающей силы  $F_{\text{Арх}}$  (с указанием погрешности измерения) для различных цилиндров и жидкостей он представил в таблице.

№ опыта	Жидкость	Материал цилиндра	$V$ , см <sup>3</sup>	$F_{\text{Арх}}$ , Н
1	вода	алюминий	80	$0,8 \pm 0,1$
2	масло	алюминий	90	$0,8 \pm 0,1$
3	вода	сталь	20	$0,2 \pm 0,1$
4	вода	сталь	80	$0,8 \pm 0,1$

Из предложенного перечня выберите *два* утверждения, соответствующие проведенным опытам. Укажите их номера.

- 1) Выталкивающая сила не зависит от плотности материала цилиндра
- 2) Выталкивающая сила не зависит от рода жидкости
- 3) Выталкивающая сила увеличивается при увеличении объема тела
- 4) Выталкивающая сила не зависит от объема тела
- 5) Выталкивающая сила, действующая на тело при погружении в масло, равна выталкивающей силы, действующей на это тело при погружении в воду

Ответ:

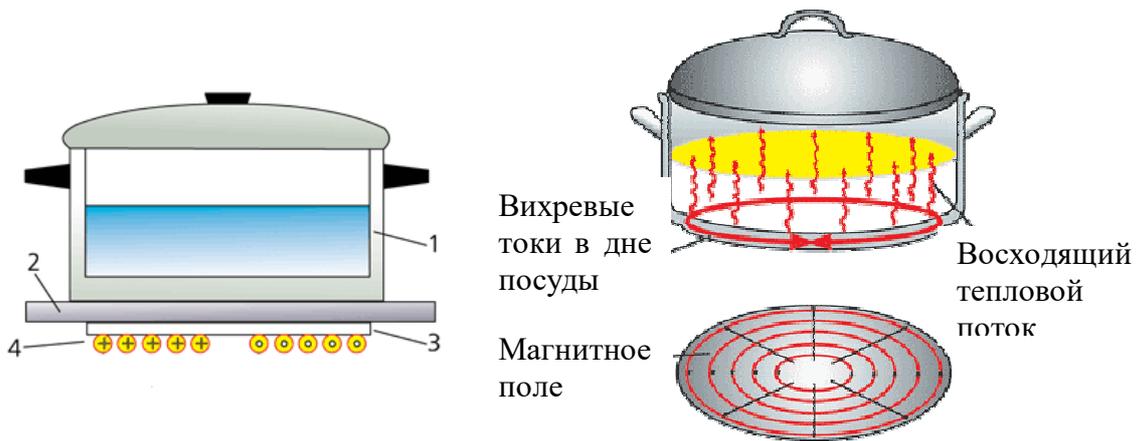
--	--

***Прочитайте текст и выполните задания 20–22***

**Принцип действия индукционной плиты**

В основе действия индукционной плиты лежит явление электромагнитной индукции – явление возникновения электрического тока в замкнутом проводнике при изменении магнитного потока через площадку, ограниченную контуром проводника. Индукционные токи при изменении магнитного поля возникают и в массивных образцах металла, а не только в проволочных контурах. Эти токи обычно называют вихревыми токами, или токами Фуко, по имени открывшего их французского физика. Направление и сила вихревого тока зависят от формы образца, от направления вектора магнитной индукции и скорости его изменения, от свойств материала, из которого сделан образец. В массивных проводниках вследствие малости электрического сопротивления токи могут быть очень большими и вызывать значительное нагревание.

Принцип работы индукционной плиты показан на рисунке. Под стеклокерамической поверхностью плиты находится катушка индуктивности, по которой протекает переменный электрический ток, создающий переменное магнитное поле. Частота тока составляет 20–60 кГц. В дне посуды наводятся токи индукции, которые нагревают его, а заодно и помещённые в посуду продукты. Нет никакой теплопередачи снизу вверх, от конфорки через стекло к посуде, а значит, нет и тепловых потерь. С точки зрения эффективности использования потребляемой электроэнергии индукционная плита выгодно отличается от всех других типов кухонных плит: нагрев происходит быстрее, чем на газовой или обычной электрической плите, а КПД нагрева у индукционной плиты выше, чем у этих плит.



Устройство индукционной плиты: 1 – посуда с дном из ферромагнитного материала; 2 – стеклокерамическая поверхность; 3 – слой изоляции; 4 – катушка индуктивности

Индукционные плиты требуют применения металлической посуды, обладающей ферромагнитными свойствами (к посуде должен притягиваться магнит). Причём чем толще дно, тем быстрее происходит нагрев.

**20** Сила вихревого тока, возникающего в массивном проводнике, помещённом в переменное магнитное поле, зависит

- 1) только от формы проводника
- 2) только от материала и формы проводника
- 3) только от скорости изменения магнитного поля
- 4) от скорости изменения магнитного поля, от материала и формы проводника

Ответ:

**21** Дно посуды для индукционных плит может быть выполнено из

- 1) стали
- 2) алюминия
- 3) меди
- 4) стекла

Ответ:

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.**

***При выполнении задания 22 с развёрнутым ответом используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него. Полный ответ должен содержать не только ответ на вопрос, но и его развёрнутое, логически связанное обоснование. Ответ записывайте чётко и разборчиво.***

**22**

Изменится ли, и если изменится, то как, время нагревания кастрюли на индукционной плите при увеличении частоты переменного электрического тока в катушке индуктивности под стеклокерамической поверхностью плиты? Ответ поясните.

**Часть 2**

*Для ответов на задания 23–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (23, 24 и т.д.), а затем ответ к нему. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

**23**

Используя штатив с муфтой и лапкой, груз с прикреплённой к нему нитью, метровую линейку и секундомер, соберите экспериментальную установку для исследования свободных колебаний нитяного маятника. Определите время 30 полных колебаний и посчитайте частоту колебаний для случая, когда длина нити равна 50 см.

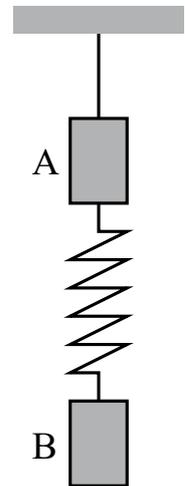
В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта частоты колебаний;
- 3) укажите результаты прямых измерений числа колебаний и времени колебаний;
- 4) запишите численное значение частоты колебаний маятника.

**Задание 24** 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.

**24**

К невесомой нити (см. рисунок) подвешен груз А, к нему на пружине прикрепляют груз В и затем нить пережигают. Какой из грузов в начале падения имеет относительно земли большее ускорение? Ответ поясните.



*Для заданий 25, 26 необходимо записать полное решение, содержащее 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.*

**25** Летящая пуля пробивает тонкую деревянную стенку. Какую скорость имела пуля при ударе о стенку, если известно, что в момент вылета скорость пули равна  $300 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а в процессе торможения температура пули увеличилась с  $50^\circ\text{C}$  до  $300^\circ\text{C}$ ? Считать, что всё количество теплоты, выделяемое при торможении в стенке, поглощается пулей. Удельная теплоёмкость вещества, из которого изготовлена пуля, равна  $140 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

**26** В алюминиевый калориметр массой 50 г налито 120 г воды и опущена спираль сопротивлением 2 Ом, подключённая к источнику напряжением 15 В. За какое время калориметр с водой нагреется на  $9^\circ\text{C}$ , если потерями энергии в окружающую среду можно пренебречь?





