

**Тренировочный вариант единого  
государственного экзамена по ФИЗИКЕ  
015**

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ

Ответ: 7,5 см.

7,5

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

Бланк

КИМ

Ответ:

А	Б
4	1

41

Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: вправо

В П Р А В О

Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

1,40,2

Бланк

Ответ к заданиям 27–31 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой 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.

**Желаем успеха!**

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

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	санти	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

### Константы

число  $\pi$

$$\pi = 3,14$$

ускорение свободного падения на Земле

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

гравитационная постоянная

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

универсальная газовая постоянная

$$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$$

постоянная Больцмана

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

постоянная Авогадро

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

скорость света в вакууме

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

коэффициент пропорциональности в законе Кулона

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

модуль заряда электрона

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

(элементарный электрический заряд)

постоянная Планка

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

### Соотношение между различными единицами

температура

$$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$$

атомная единица массы

$$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

1 атомная единица массы эквивалентна

$$931,5 \text{ МэВ}$$

1 электронвольт

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

### Масса частиц

электрона

$$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$$

протона

$$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$$

нейтрона

$$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$$

<b>Плотность</b>		подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

### Удельная теплоёмкость

воды  $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

алюминия  $900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

льда  $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

меди  $380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

железа  $460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

чугуна  $500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

свинца  $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

**Удельная теплота**

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

**Нормальные условия:** давление –  $10^5$  Па, температура –  $0^\circ\text{C}$

**Молярная масса**

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

**Основные астрономические постоянные**

Постоянная Стефана-Больцмана  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$  кг·с<sup>-3</sup>·К<sup>-4</sup>  
 Астрономическая единица 1 а.е.= $1,496 \cdot 10^{11}$  м  
 1 парсек = 206265 а.е.= $3,086 \cdot 10^{16}$  м  
 Постоянная Хаббла  $H=67,8$  (км/с)/Мпк

**Данные о Солнце**

Светимость  $L=3,88 \cdot 10^{26}$  Вт  
 Абсолютная болометрическая звездная величина  $+4,72^m$   
 Солнечная постоянная 1360 Вт/м<sup>2</sup>  
 Спектральный класс G2V  
 Видимая звездная величина  $-26,78^m$   
 Эффективная температура 5800 К

**Данные о Земле**

Тропический год 365, 24219 суток  
 Период вращения 23 часа 56 минут 04 секунды  
 Наклон экватора к эклиптике на эпоху 2000 года  $23^\circ 26' 21,45''$

**Данные о планетах**

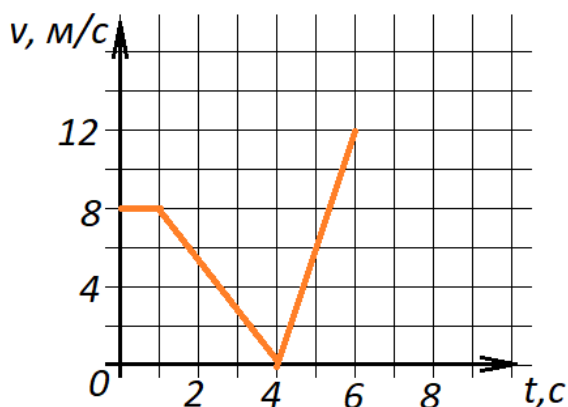
Планета	Характеристики орбит			Физические характеристики	
	Большая полуось а. е.	Эксцентриситет	Наклон к плоскости эклиптики градусы	Масса кг	Радиус км
Меркурий	0,3871	0,2056	7,004	$3,302 \cdot 10^{23}$	2439,7
Венера	0,7233	0,0068	3,394	$4,869 \cdot 10^{24}$	6051,8
Земля	1,0000	0,0167	0,000	$5,974 \cdot 10^{24}$	6378,1
Марс	1,5237	0,0934	1,850	$6,419 \cdot 10^{23}$	3397,2
Юпитер	5,2028	0,0483	1,308	$1,899 \cdot 10^{27}$	71492
Сатурн	9,5388	0,0560	2,488	$5,685 \cdot 10^{26}$	60268
Уран	19,1914	0,0461	0,774	$8,683 \cdot 10^{25}$	25559
Нептун	30,0611	0,0097	1,774	$1,024 \cdot 10^{26}$	24746

**Часть 1**

*Ответами к заданиям 1-24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. 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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

**Н**

- 1** Материальная точка движется вдоль оси  $Ox$ . На графике представлена зависимость скорости точки от времени  $v(t)$ . Определите проекцию ускорения точки в момент времени  $t = 5$  с.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>

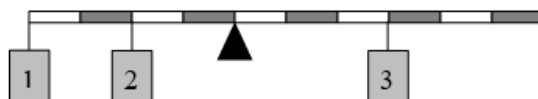
- 2** Брусок массой  $m = 500$  г движется по горизонтальной плоскости под действием силы  $F = 4$  Н, направленной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к плоскости (вверх). Коэффициент трения между ним и поверхностью  $\mu = 0,2$ . Чему равен модуль силы трения? Ответ округлить до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

- 3** Лебедка, совершив работу 400 кДж, протянула завязший грузовик на расстояние 4 м при силе натяжения троса 80 кН. Определите КПД лебедки.

Ответ: \_\_\_\_\_ %

- 4** Массы всех трех грузов - 4 кг. Какова масса рычага?



Ответ: \_\_\_\_\_ кг

- 5** В лабораторных опытах по изучению закона Гука две пружины с различной жесткостью прикрепили к штативу, поочередно подвешивали к ним грузы разной массы и измеряли линейкой удлинение пружин. Результаты опытов с учетом погрешностей представлены в таблице.

Из приведенного ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

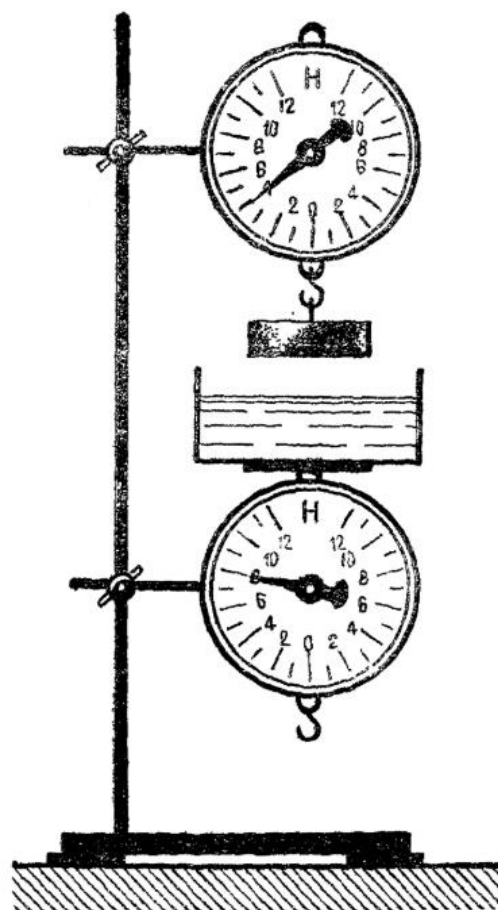
№ опыта	№ пружины	Масса груза $m$ , г	Удлинение пружины $\Delta l$ , см
1	Пружина 1	100	$1,9 \pm 0,1$
2	Пружина 1	200	$4,1 \pm 0,1$
3	Пружина 1	300	$6,0 \pm 0,1$
4	Пружина 2	200	$1,9 \pm 0,1$
5	Пружина 2	300	$2,9 \pm 0,1$
6	Пружина 2	400	$4,1 \pm 0,1$

- 1) Закон Гука выполняется только для пружины 1.
- 2) Жесткость пружины 1 в два раза меньше, чем у пружины 2.
- 3) Жесткость пружины 1 равна 500 Н/м.
- 4) Жесткость пружины 2 равна 10 Н/м.
- 5) Если к пружине 2 подвесить груз 500 г, то ее удлинение составит  $5,0 \pm 0,1$  см.

Ответ: \_\_\_\_\_

—

- 6 Что покажут динамометры, если верхний опустить так, чтобы груз объемом  $0,2 \text{ дм}^3$  оказался полностью погруженным в воду, но не касался дна сосуда? В ответ записать показания верхнего и нижнего динамометров без пробелов и дополнительных символов.



Ответ: \_\_\_\_\_ Н

- 7 Маленькой шайбе, покоящейся у основания гладкой наклонной плоскости, сообщают начальную скорость  $v_0$ , направленную вдоль плоскости вверх. Наклонная плоскость достаточно длинная.

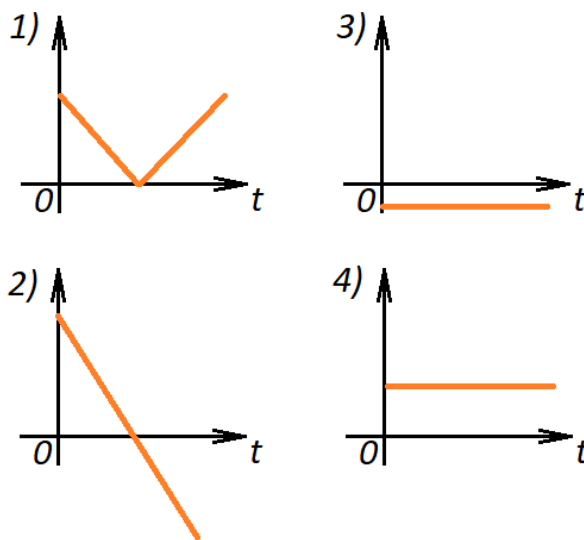
Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) Модуль скорости шайбы
- Б) Проекция ускорения  $a_x$  шайбы

**ГРАФИКИ**



Ответ:

А	Б

**8** Каково давление газа, если в каждом кубическом сантиметре его содержится  $n = 10^6$  молекул, а температура газа  $t = 87^\circ\text{C}$ ? Ответ округлить до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ нПа

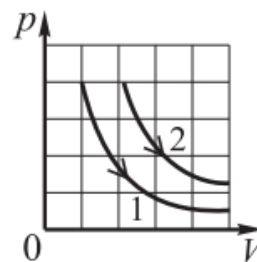
**9** При изотермическом сжатии объем газа уменьшился на  $\Delta V_1 = 1$  л. При этом его давление возросло на  $\eta_1 = 20\%$ . На сколько процентов увеличилось бы давление, если бы объем был уменьшен на  $\Delta V_2 = 2$  л?

Ответ: \_\_\_\_\_%

**10** Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде равна 40%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда при неизменной температуре увеличить в 4 раза?

Ответ \_\_\_\_\_%

- 11** На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой идеального газа. Выберите два верных утверждения, характеризующих этот процесс.



- 1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
- 2) Процесс 1 идет при более высокой температуре.
- 3) Процесс 2 идет при более высокой температуре.
- 4) Изменение внутренней энергии газа в процессе 2 больше, чем изменение внутренней энергии газа в процессе 1.
- 5) Изменение внутренней энергии газа в обоих процессах одинаково.

Ответ:

- 12** Внутренняя энергия идеального одноатомного газа, количество вещества которого  $\nu$ , равна  $U$ . При этом газ занимает объем  $V$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) давление газа  
Б) температура газа

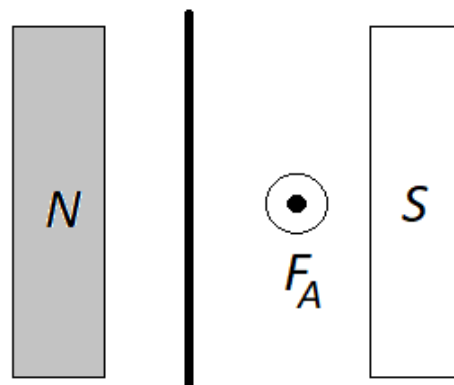
**ФОРМУЛЫ ДЛЯ ИХ ВЫЧИСЛЕНИЯ**

- 1)  $\frac{U}{\nu R}$
- 2)  $\frac{2U}{3V}$
- 3)  $\frac{2U}{3\nu R}$
- 4)  $\frac{3U}{2V}$

Ответ:

А	Б

- 13** Между полюсами постоянного магнита поместили проводник с током. Сила, с которой магнитное поле действует на проводник, направлена к наблюдателю. Как направлен ток в проводнике?



Ответ \_\_\_\_\_.

**14** Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле индукцией  $B = 5$  Тл, вектор которой направлен вертикально вниз. На рельсах, перпендикулярно им, лежат два одинаковых проводника, способных скользить по рельсам без нарушения электрического контакта. Левый проводник движется влево со скоростью  $v_1 = 0,2$  м/с, а правый – вправо со скоростью  $v_2 = 0,1$  м/с. Расстояние между рельсами равно 10 см. Определите, чему равна ЭДС индукции в системе.

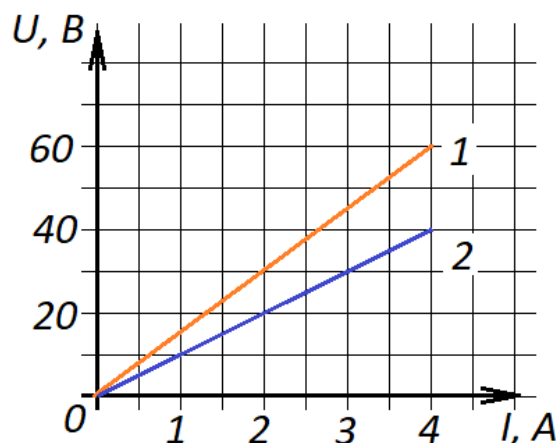
Ответ: \_\_\_\_\_ В.

**15** Определите индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 А в течение 0,25 с возбуждает ЭДС самоиндукции 20 мВ.

Ответ: \_\_\_\_\_ мГн

**16** На рисунке представлены графики зависимости напряжения  $U$  от силы тока  $I$  для двух резисторов  $R_1$  и  $R_2$ . За время  $t$  в резисторах выделилось  $Q_1$  и  $Q_2$  теплоты соответственно. На основании анализа этих графиков выберите ДВА верных утверждения.

- 1)  $\frac{R_1}{R_2} = 0,5$
- 2)  $\frac{R_1}{R_2} = 1,5$
- 3)  $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{2}{3}$
- 4)  $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{3}{2}$
- 5)  $R_1 + R_2 = 30$  Ом



Ответ: \_\_\_\_\_

**17** Плоский воздушный конденсатор с диэлектриком между пластинами подключен к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом емкость конденсатора и разность потенциалов между его обкладками? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой из этих величин.



Емкость конденсатора	Разность потенциалов между обкладками

Ответ: \_\_\_\_\_

- 18 В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор  $\vec{v}_0$  перпендикулярен индукции магнитного поля. Во второй экспериментальной установке вектор  $\vec{v}_0$  той же частицы параллелен напряженности электрического поля.

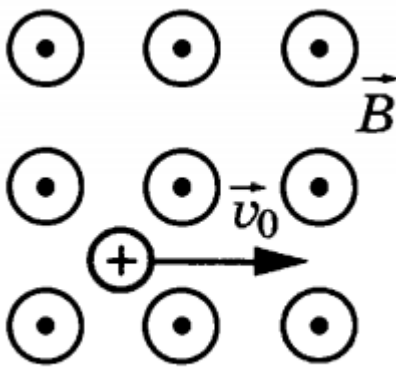


Рис. 1

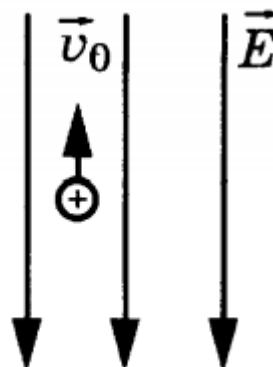


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

- А) в первой установке  
Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

- 1) Спираль  
2) Прямая линия  
3) Окружность  
4) Парабола

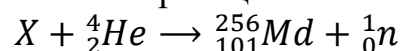
Ответ:

А	Б

- 19 Определите число электронов в электронной оболочке нейтрального атома бериллия  ${}^7_4\text{Be}$  и число нейтронов в его ядре.

Число электронов	Число нейтронов

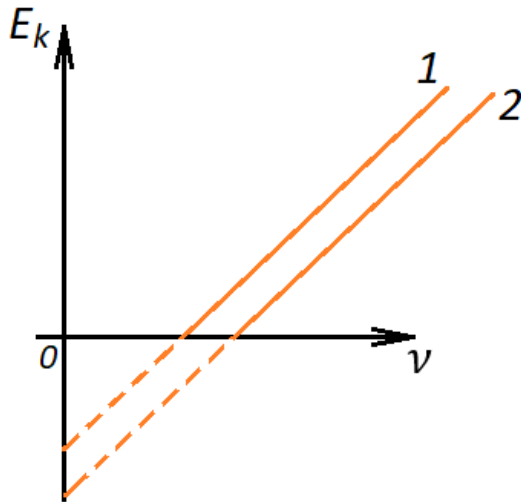
- 20 Элемент Менделеевский был получен при бомбардировке  $\alpha$ -частицами ядер элемента  $X$  в соответствии с реакцией



Определите зарядовое и массовое число элемента  $X$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

- 21 На рисунке приведен график зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света для двух опытов. Как при переходе от опыта 1 к опыту 2 изменяются работа выхода электронов с поверхности катода и длина волны падающего света?



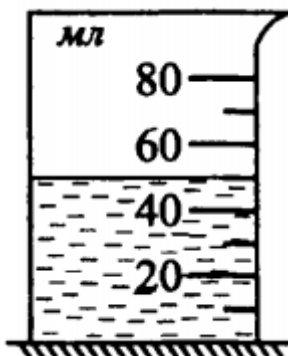
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Работа выхода	Длина волны света

- 22 В мерный стакан налита вода. Укажите объем воды с учетом погрешности измерения, если погрешность составляет половину цены деления мерного стакана.

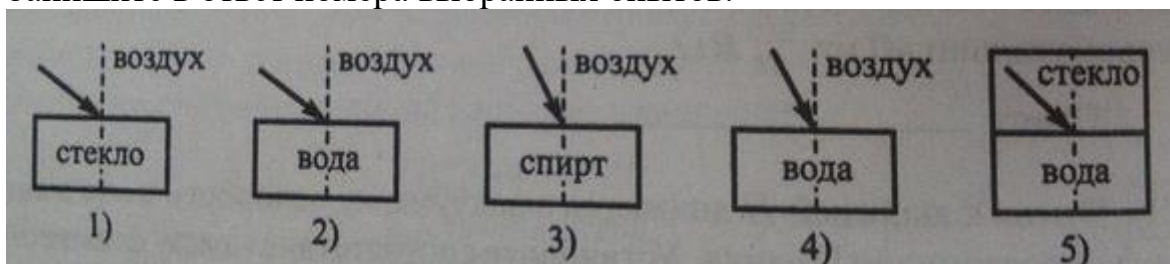


Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ )мл

- 23 Ученик изучает закон преломления. Какие два опыта следует провести

ученику для того, чтобы обнаружить зависимость угла преломления от угла падения светового луча?

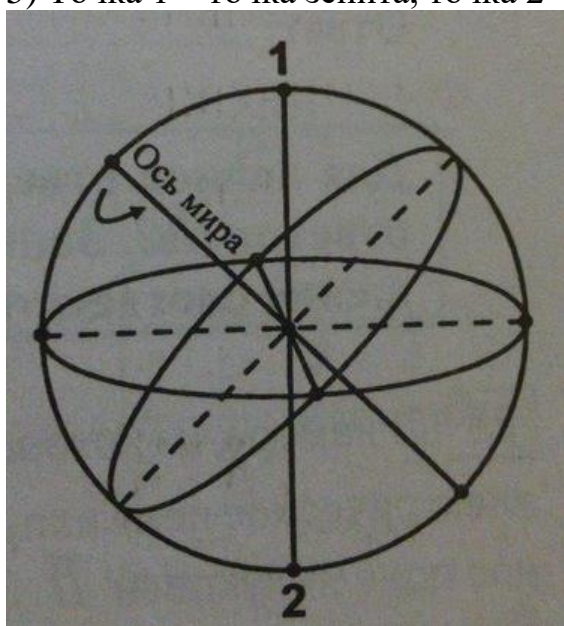
Запишите в ответ номера выбранных опытов.



Ответ: \_\_\_\_\_

**24** Рассмотрите схему небесной сферы. Выберите два верных утверждения:

- 1) Ось мира располагается параллельно земной оси.
- 2) Ось мира перпендикулярна плоскости небесного меридиана.
- 3) Небесный экватор пересекается с линией горизонта в точках севера и юга.
- 4) Небесный экватор пересекается с линией горизонта в точках востока и запада.
- 5) Точка 1 – точка зенита, точка 2 – точка надира.

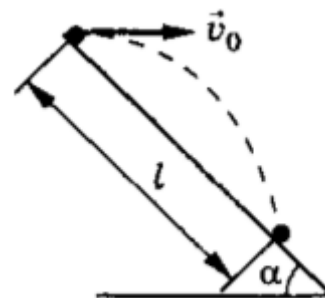


Ответ: \_\_\_\_\_

## Часть 2

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

- 25 Камень брошен горизонтально со склона горы, образующего угол  $\alpha = 45^\circ$  с горизонтом. Чему равна начальная  $v_0$  скорость камня, если он упал на склон на расстоянии  $l = 50$  м от точки бросания?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

- 26 В сосуд с водой опущена трубка. По трубке через воду пропускают пар при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Вначале масса воды увеличивается, но в некоторый момент масса воды перестает увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 230 г, а конечная масса воды 272 г. Чему равна первоначальная температура воды? Потерями теплоты пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$ .

- 27 Сетчатка глаза начинает реагировать на желтый свет с длиной волны 600 нм при мощности падающего на нее излучения  $1,98 \cdot 10^{-18}$  Вт. Сколько фотонов падает при этом на сетчатку глаза каждую секунду?

Ответ: \_\_\_\_\_.

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

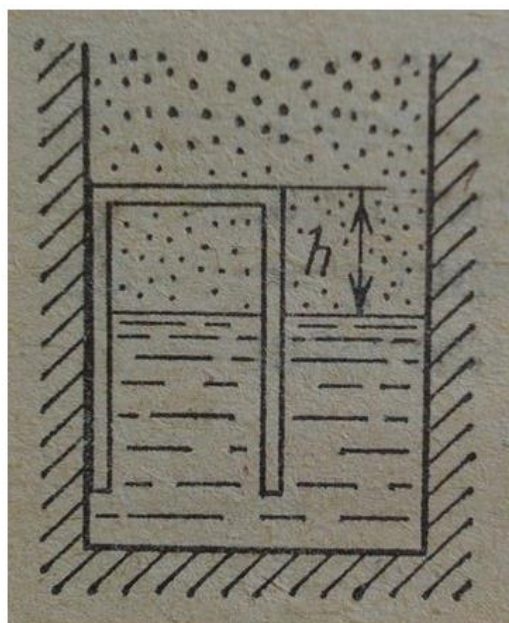
**Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

- 28** Однородный тяжелый канат, подвешенный за один конец, не рвется, если длина каната не превышает значения  $l_0$ . Пусть тот же канат соскальзывает под действием силы тяжести из горизонтально расположенной трубки с загнутым вниз под прямым углом концом. При какой максимальной длине канат соскользнет, не порвавшись? Трение отсутствует, радиусом изгиба конца трубки пренебречь.

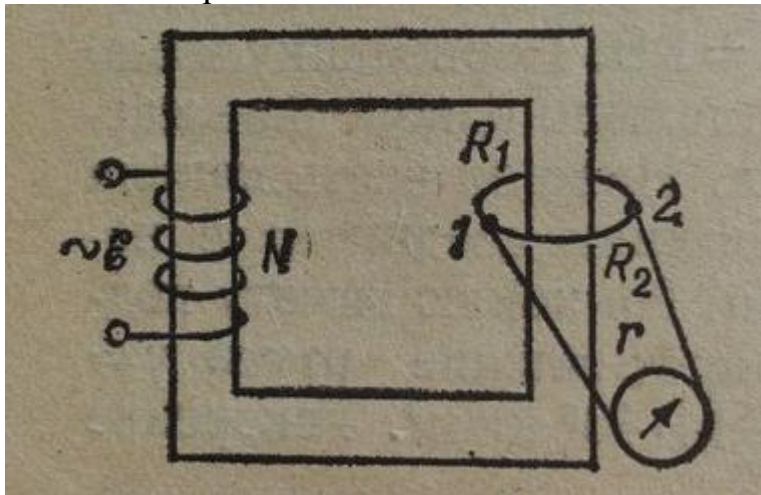
**Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

- 29** Лягушка массой 100 г сидит на конце доски массой 900 г и длиной 1 м. Доска плавает на поверхности пруда. Лягушка прыгает под углом  $45^\circ$  к горизонту и приземляется на другом конце доски. Определите начальную скорость лягушки относительно земли.

- 30** Цилиндр прикреплен вверх дном к стенке открытого сосуда с водой. Верхняя часть цилиндра заполнена воздухом, давление которого равно атмосферному давлению. Высота дна цилиндра над уровнем воды  $h = 1$  см. Вода имеет температуру  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . На сколько сместится уровень воды в цилиндре, если воду и воздух нагреть до температуры  $100^\circ\text{C}$ , но не доводить воду до кипения? Тепловым расширением воды и сосуда, а также давлением пара при  $0^\circ\text{C}$  пренебречь. Сосуд широкий.



- 31 Одна обмотка понижающего трансформатора имеет  $N$  витков, вторая – 1 виток. Трансформатор подключен к источнику переменного тока с ЭДС  $\varepsilon$ . К выходному витку подсоединен гальванометр с внутренним сопротивлением  $r$  так, что подсоединения 1 и 2 делят виток на участки с сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$ , как показано на рисунке. Какой ток покажет гальванометр? Рассеянием магнитного потока пренебречь.



- 32 На главной оптической оси  $OO'$  собирающей линзы расположено плоское зеркало, вращающееся с угловой скоростью  $\omega$  вокруг оси, проходящей через точку  $A$  и перпендикулярной плоскости рисунка. На зеркало падает параллельный пучок лучей, который после отражения фокусируется на экране. Найти мгновенную скорость светового пятна на экране в момент, когда оно проходит точку  $B$ , находящуюся на главной оптической оси. Плоскость экрана перпендикулярна этой оси. Фокусное расстояние линзы равно  $F$ .

