

**Тренировочный вариант единого
государственного экзамена по ФИЗИКЕ
077**

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 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 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, 23 и 24 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 27–32 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 π

$$\pi = 3,14$$

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

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

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

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°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⁻³·К⁻⁴
 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/м²
 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.

- 1 Найти перемещение тела за 2 с, если координата тела изменяется по закону $x = 2 + 14t - 7t^2$.

Ответ: _____ м

- 2 Канат лежит на горизонтальной поверхности стола так, что часть его свешивается со стола. Коэффициент трения равен 0,25. Какую минимальную долю должна составлять свешивающаяся часть каната, чтобы он начал соскальзывать со стола?

Ответ: _____

- 3 Шарик на нити длиной 10 см отклонили на угол 30° и отпустили. Найти ускорение в начале движения.

Ответ: _____ м/с²

- 4 При помощи рычага был поднят груз массой 245 кг на высоту 6 см. При этом другое плечо рычага под действием силы 500 Н переместилось на 35 см. Определите КПД рычага.

Ответ: _____ %

- 5 Точка прошла за 10 с путь 30 м, а ее скорость увеличилась в 5 раз. Выберите все верные утверждения.

1) Если точка прошла за 10 с путь 30 м, а ее скорость увеличилась в 5 раз, то ускорение точки равно $0,4 \text{ м/с}^2$.

2) Если точка прошла за 10 с путь 30 м, а ее скорость увеличилась в 5 раз, то ускорение точки равно $0,8 \text{ м/с}^2$.

3) За пятую секунду равнозамедленного движения тело проходит 5 м и останавливается. Значит, за третью секунду оно прошло 25 м.

4) За пятую секунду равнозамедленного движения тело проходит 5 м и останавливается. Значит, в конце второй секунды его скорость равна 25 м/с.

5) За пятую секунду равнозамедленного движения тело проходит 5 м и останавливается. Значит, ускорение тела равно 10 м/с^2 .

Ответ: _____

- 6 Шарик свободно падает без начальной скорости сначала с высоты 40 м над землей, а затем — с высоты 20 м над землей. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Определите, как в результате этого изменятся следующие физические величины: путь, пройденный шариком за последнюю секунду полета; путь, пройденный шариком за вторую секунду полета.

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Путь, пройденный шариком за последнюю секунду полета	Путь, пройденный шариком за вторую секунду полета

- 7 Установите соответствие между понятиями и их определениями: к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОНЯТИЕ

- А) Замкнутая система
- Б) Импульс тела
- В) Поперечная волна
- Г) Кинетическая энергия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

- 1) Волна, в которой движение частиц среды происходит в направлении распространения волны.
- 2) Система тел, взаимодействующих только между собой и не взаимодействующих с телами, не входящими в эту систему.
- 3) Величина, равная произведению массы тела на его скорость.
- 4) Волна, в которой частицы среды перемещаются перпендикулярно направлению распространения волны.
- 5) Системы отсчета, в которых тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока на него не действуют другие тела или действия других тел компенсируются.
- 6) Величина, равная половине произведения массы тела на квадрат его скорости.

Ответ:

А	Б	В	Г

- 8 Атмосфера Венеры состоит в основном из двуокиси углерода с молярной массой $M = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, имеет температуру у поверхности около $T_1 = 700$ К и давление p_1 , равное 90 земным атмосферам. Для атмосферы Земли температура у поверхности близка к $T_0 = 300$ К. Каково отношение плотностей атмосфер у поверхностей Венеры и Земли? Плотность воздуха 29 г/моль. Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____

- 9 Вычислить ускорение аэростата объемом 300 м^3 , наполненного водородом, масса оболочки и гондолы 180 кг, атмосферное давление 83 кПа, температура 300 К, молярная масса воздуха 0,029 кг/моль.

Ответ: _____ м/с²

- 10 Летним днем перед грозой плотность влажного воздуха $\rho = 1140$ г/м³ при давлении $p = 100$ кПа и температуре 30°C. Найти отношение парциального давления водяного пара, содержащегося в воздухе, к парциальному давлению воздуха. Молярная масса воздуха 0,029 кг/моль. Ответ округлить до тысячных.

Ответ: _____

- 11 Моль гелия нагревается при давлении 10 атм так, что относительное увеличение объема $\frac{\Delta V}{V_0}$ составило $\alpha = 0,5\%$. Начальная температура газа 400 К. Выберите верные утверждения.
- 1) Температура газа увеличилась на $\Delta T = 2$ К.
 - 2) Температура газа увеличилась на $\Delta T = 20$ К.
 - 3) Объем газа увеличился на $\Delta V = 1,7$ л.
 - 4) Объем газа увеличился на $\Delta V = 0,017$ л.
 - 5) Если гелий заменить на водород, то изменение объема составило бы 0,34 л.

Ответ: _____

- 12 Чугунная деталь массой 0,1 кг нагрета до температуры +144 °С и помещена в калориметр, снабжённый термометром. Из-за несовершенства теплоизоляции калориметра за любые 5 минут температура (в градусах Цельсия) его содержимого уменьшается в 1,2 раза. Что будет показывать термометр (в градусах Цельсия) через 10 минут после начала наблюдения и какое количество теплоты (в Дж) потеряет деталь за 15 минут с начала наблюдения?

Установите соответствие между величинами и их значениями.

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

ВЕЛИЧИНЫ

А) показание термометра (в градусах Цельсия) через 10 минут после начала наблюдения

Б) количество теплоты (в Дж), потерянное деталью за 15 минут с начала наблюдения

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

1) ≈ 4150

2) 100

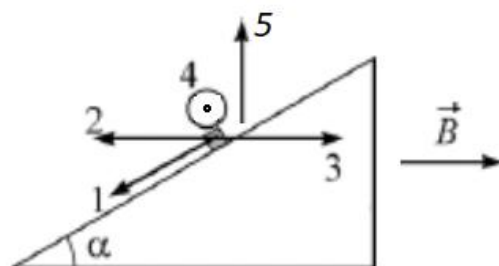
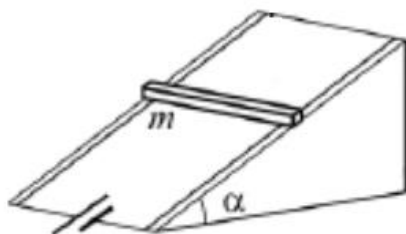
3) ≈ 3030

4) ≈ 83

А	Б

13 На гладких параллельных проводящих рельсах, расположенных под углом α к горизонту, находится медная рейка массой m . Рельсы подключены к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Система находится в горизонтальном однородном магнитном поле B , линии индукции которого направлены вправо.

Рейка начинает двигаться вниз под действием силы тяжести. Какой цифрой правильно обозначено направление силы Ампера, действующей на рейку сразу после начала её движения?



Ответ: _____

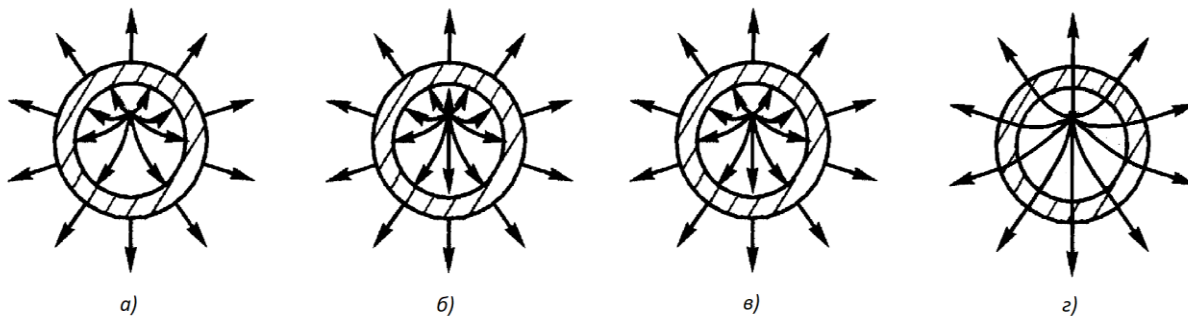
14 Найти отношение сопротивлений медного и алюминиевого проводников одинаковой длины и массы, если плотности меди и алюминия 9000 кг/м^3 и 2800 кг/м^3 соответственно, а удельные сопротивления $\rho_m = 0,0168 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$, $\rho_a = 0,027 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$.

Ответ: _____ мА

15 Две одинаковые лампочки мощностью 100 Вт каждая, рассчитанные на напряжение 120 В, соединены параллельно. Какое сопротивление надо подключить последовательно с лампочками, чтобы они горели в нормальном режиме при включении в сеть напряжением 220 В?

Ответ: _____ Ом

- 16) Внутри полой проводящей незаряженной сферы радиуса R помещен маленький шарик с зарядом $+Q$ (не обязательно в центре). Выберите верные утверждения.



- 1) Картина поля правильно показана на рисунке а).
- 2) Картина поля правильно показана на рисунке б).
- 3) Картина поля правильно показана на рисунке в).
- 4) Картина поля правильно показана на рисунке г).
- 5) На внутренней поверхности сферы неравномерно распределится отрицательный заряд $-Q$.
- 6) На внутренней поверхности сферы равномерно распределится отрицательный заряд $-Q$.
- 7) На внутренней поверхности сферы неравномерно распределится положительный заряд Q .
- 8) На внутренней поверхности сферы равномерно распределится положительный заряд Q .
- 9) На внешней поверхности сферы равномерно распределится положительный заряд Q .
- 10) На внешней поверхности сферы неравномерно распределится положительный заряд Q .
- 11) На внешней поверхности сферы равномерно распределится отрицательный заряд $-Q$.
- 12) На внешней поверхности сферы неравномерно распределится отрицательный заряд $-Q$.

Ответ: _____

- 17) Предмет имеет высоту 2 см, а изображение – 80 см. Предмет находится на расстоянии 20,5 см от линзы. Как изменится фокусное расстояние линзы и расстояние от линзы до изображения, если сначала изображение было мнимым, а затем (с заменой или перестановкой линзы) стало действительным?
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:
- 1) увеличится
 - 2) уменьшится
 - 3) не изменится

Фокусное расстояние	Расстояние от линзы до изображения

18 Две частицы в вакууме летят навстречу друг другу со скоростями $0,5c$. Расстояние между частицами составляет $l = 10$ м.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЗНАЧЕНИЕ

- | | |
|--|------------|
| А) Время через которое произойдет соударение | 1) $0,8c$ |
| Б) Относительная скорость частиц | 2) c |
| | 3) 66 нс |
| | 4) 33 нс |

Ответ:

А	Б

19 Найти зарядовое число элемента, который получается из изотопа полония ${}_{84}^{214}\text{Po}$ после одного α –распада и одного электронного β – распада.

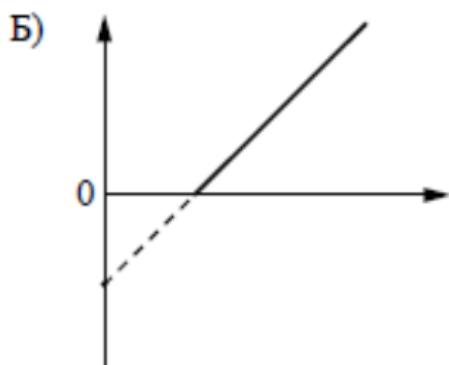
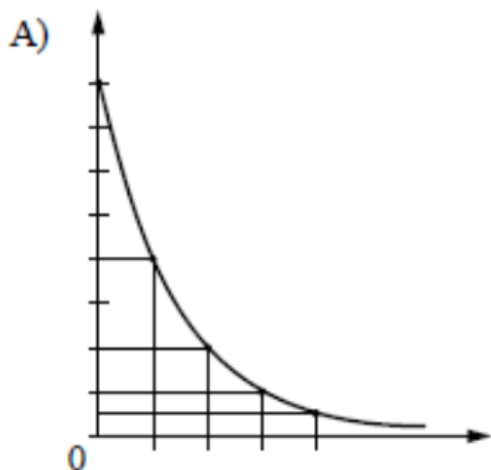
Ответ _____

20 Радиоактивный изотоп урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ массой $m = 1$ г излучает $N = 1,24 \cdot 10^4$ альфа-частиц в секунду. Определите период его полураспада. Ответ представьте в виде $A \cdot 10^9$, A округлите до десятых.

Ответ: _____ $\cdot 10^9$ лет

21 Установите соответствие между графиками, представленными на рисунках, и законами (зависимостями), которые они могут выражать.

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



А	Б

- 1) Закон Эйнштейна пропорциональности массы и энергии
- 2) Закон радиоактивного распада
- 3) Зависимость максимальной кинетической энергии электронов от частоты света
- 4) Зависимость энергии фотона от частоты света

- 22 При определении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 50 колебаний. Оно оказалось равным 25,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,5 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) с

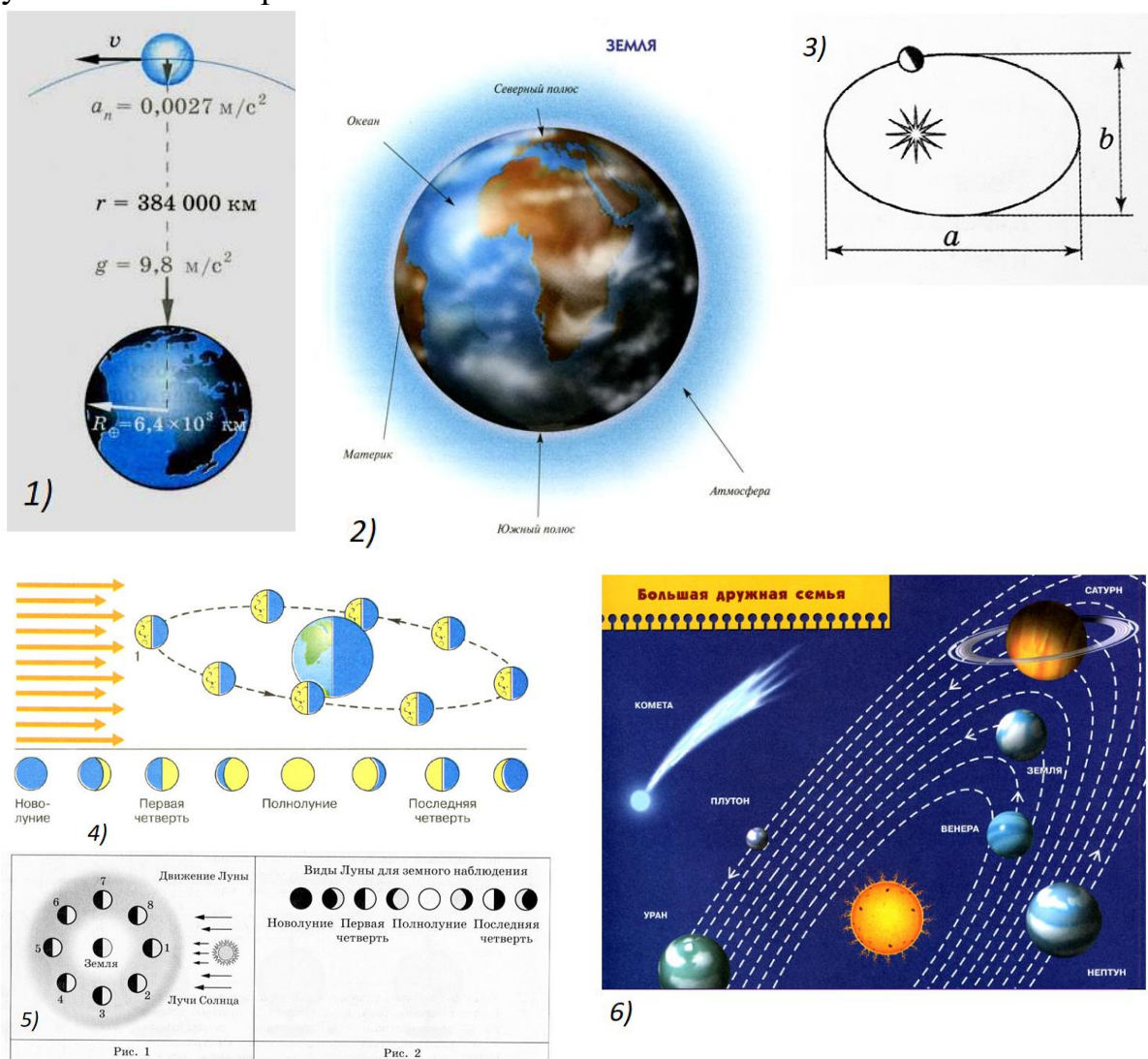
- 23 Школьник изучал процесс протекания постоянного тока через проволоку постоянного поперечного сечения 2 мм². Изменяя длину проволоки L , он измерял при помощи миллиомметра её сопротивление R . Результаты его измерений приведены в таблице.

L , см	50	70	90	110	130	150
R , мОм	103	140	175	228	260	298

Пользуясь таблицей, определите удельное сопротивление металла, из которого была изготовлена проволока. (Ответ дать в Ом·мм²/м, округлив до десятых.)

Ответ: _____

24 Из приведенных шести картинок из различных учебников и пособий выберите те, в которых, по вашему мнению, содержатся ошибки, и укажите их номера в ответе.



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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Определите модуль скорости молекулы серебра в опыте Штерна, если ее угловое смещение при частоте вращения цилиндров 100 об/с равно 6° , а разность радиусов цилиндров равна 2 см.

Ответ _____ м/с

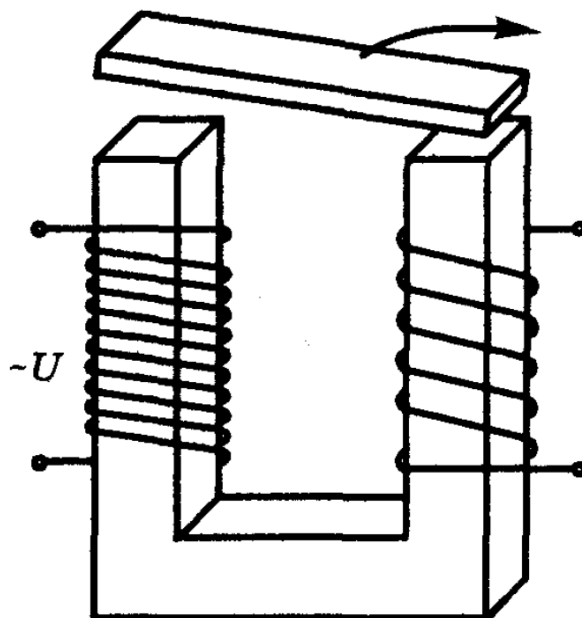
- 26 Определите частоту вращения прямоугольной рамки в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл, если в рамке индуцируется ЭДС с амплитудой $E_m = 20$ В. Площадь рамки $S = 200$ см², число витков – 40. Ось вращения перпендикулярна вектору индукции магнитного поля. Ответ округлить до целых.

Ответ: _____ Гц

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.

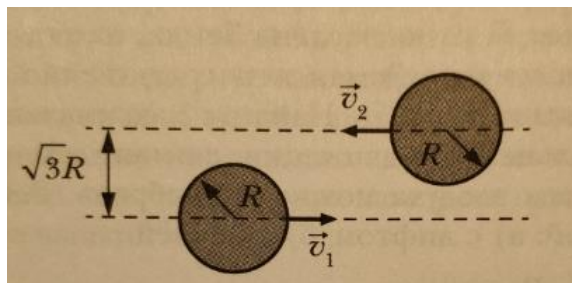
- 27 Разборный школьный трансформатор включен в сеть. Ко вторичной обмотке подключена нагрузка. Как изменится сила тока в первичной и вторичной обмотках при удалении верхней части сердечника?



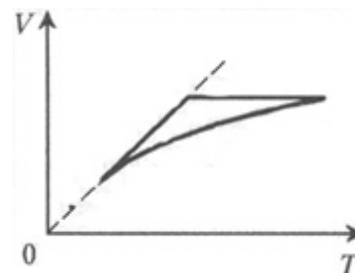
- 28 Во сколько раз период T_1 обращения спутника, движущегося на высоте $H_1 = 21600$ км от поверхности Земли, больше периода T_2 обращения спутника, движущегося на высоте $H_2 = 600$ км от поверхности? Радиус Земли $R = 6400$ км.

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.

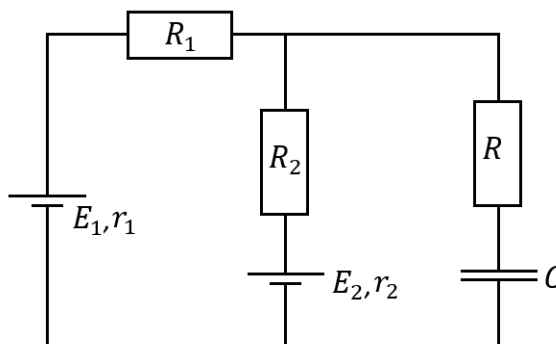
- 29 Два одинаковых гладких упругих шара радиусом R , скользящих по горизонтальной плоскости с направленными в противоположные стороны скоростями $v_1 = 2$ м/с и $v_2 = 3$ м/с так, как показано на рисунке, столкнулись. Определите модули скоростей шаров после удара, если расстояние между линиями движения центров шаров до удара было равно $\sqrt{3}R$.



- 30 На рисунке показана зависимость объема V от абсолютной температуры T одного моля гелия, который используется в качестве рабочего вещества в тепловом двигателе. Температура гелия во время этого цикла изменяется в $\tau = 9$ раз. Первый участок диаграммы – отрезок прямой, проходящей через начало координат, на втором участке объем гелия постоянен, а на третьем участке объем гелия изменяется пропорционально \sqrt{T} . Найдите КПД такого двигателя, считая его идеальным.



- 31 Два источника с ЭДС $E_1 = 4$ В и $E_2 = 2$ В и внутренними сопротивлениями $r_1 = 0,25$ Ом и $r_2 = 0,75$ Ом соответственно соединены по схеме, изображенной на рисунке. Сопротивления резисторов $R = 10$ Ом, $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, емкость конденсатора $C = 2$ мкФ. Определите заряд q конденсатора.



- 32 Два взаимно перпендикулярных луча, лежащих в плоскости,

перпендикулярной поверхности раздела, переходят из воздуха в жидкость. У первого луча угол преломления 30° , у второго - 45° . Найти показатель преломления жидкости.