



Автономная некоммерческая профессиональная образовательная организации  
«Многопрофильная Академия непрерывного образования»  
Факультет дополнительного образования

Утверждено  
Ректор АНПОО «МАНО»



В.И. Гам

**Методические рекомендации к**  
Дополнительной образовательной программы  
**«Подготовка к ЕГЭ по физике»**  
социально-гуманитарной направленности  
для обучающихся 17-18 лет (11 класс)  
(продолжительность образовательного процесса 1 год,  
трудоемкость 80 часов)  
Форма реализации: очная

Требование к итоговому тестированию  
по Дополнительной образовательной программы  
«Подготовка к ЕГЭ по физике»

Итоговое тестирование проводится согласно Спецификации контрольных измерительных материалов для проведения в 2023 году единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ подготовленная федеральным государственным бюджетным научным учреждением «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

Работа состоит из 30 заданий: заданий базового уровня сложности 19, повышенного — 7, высокого — 4.

Заданий с кратким ответом (Часть 1) — 23, с развернутым ответом (Часть 2) — 7.

Работа рассчитана на 235 минут.

Обозначение уровня сложности задания:

Б — базовый, П — повышенный, В — высокий.

| Проверяемые элементы содержания и виды деятельности                                                                                                    | Уровень сложности задания | Максимальный балл за выполнение задания |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Задание 1.</b> Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы                                                              | Б                         | 1                                       |
| <b>Задание 2.</b> Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы                                                              | Б                         | 1                                       |
| <b>Задание 3.</b> Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы                                                              | Б                         | 1                                       |
| <b>Задание 4.</b> Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики                         | П                         | 2                                       |
| <b>Задание 5.</b> Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики                         | Б                         | 2                                       |
| <b>Задание 6.</b> Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании | Б                         | 2                                       |

|                                                                                                                                                                                                                         |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| физических процессов и явлений<br>величины и законы                                                                                                                                                                     |   |   |
| <b>Задание 7.</b> Применять при описании<br>физических процессов и явлений<br>величины и законы                                                                                                                         | Б | 1 |
| <b>Задание 8.</b> Применять при описании<br>физических процессов и явлений<br>величины и законы                                                                                                                         | Б | 1 |
| <b>Задание 9.</b> Применять при описании<br>физических процессов и явлений<br>величины и законы                                                                                                                         | Б | 1 |
| <b>Задание 10.</b> Анализировать физические<br>процессы (явления), используя основные<br>положения и законы, изученные в курсе<br>физики                                                                                | П | 2 |
| <b>Задание 11.</b> Анализировать физические<br>процессы (явления), используя основные<br>положения и законы, изученные в курсе<br>физики. Применять при описании<br>физических процессов и явлений<br>величины и законы | Б | 2 |
| <b>Задание 12.</b> Применять при описании<br>физических процессов и явлений<br>величины и законы                                                                                                                        | Б | 1 |
| <b>Задание 13.</b> Применять при описании<br>физических процессов и явлений<br>величины и законы                                                                                                                        | Б | 1 |
| <b>Задание 14.</b> Применять при описании<br>физических процессов и явлений<br>величины и законы                                                                                                                        | Б | 1 |
| <b>Задание 15.</b> Анализировать физические<br>процессы (явления), используя основные<br>положения и законы, изученные в курсе<br>физики                                                                                | П | 2 |
| <b>Задание 16.</b> Анализировать физические<br>процессы (явления), используя основные<br>положения и законы, изученные в курсе<br>физики                                                                                | Б | 2 |
| <b>Задание 17.</b> Анализировать физические                                                                                                                                                                             | Б | 2 |

|                                                                                                                                                                                                          |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы                                             |   |   |
| <b>Задание 18.</b> Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы                                                                                                               | Б | 1 |
| <b>Задание 19.</b> Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | Б | 2 |
| <b>Задание 20.</b> Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей                                                                                         | Б | 2 |
| <b>Задание 21.</b> Использовать графическое представление информации                                                                                                                                     | П | 2 |
| <b>Задание 22.</b> Определять показания измерительных приборов                                                                                                                                           | Б | 1 |
| <b>Задание 23.</b> Планировать эксперимент, отбирать оборудование                                                                                                                                        | Б | 1 |
| <b>Задание 24.</b> Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями                                                                               | П | 3 |
| <b>Задание 25.</b> Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики                                                           | П | 2 |
| <b>Задание 26.</b> Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики                                                           | П | 2 |
| <b>Задание 27.</b> Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики                                                   | В | 3 |

|                                                                                                                                                                                                                |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| <b>Задание 28.</b> Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики                                                         | В | 3 |
| <b>Задание 29.</b> Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики                                                         | В | 3 |
| <b>Задание 30.</b> Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, обосновывая выбор физической модели для решения задачи | В | 4 |

### ОФИЦИАЛЬНАЯ ШКАЛА 2022 ГОДА

|                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |    |    |    |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| <b>Первичный балл</b> |    |    |    | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12  | 13 | 14 | 15 | 16 |
| <b>Тестовый балл</b>  |    |    |    | 0  | 4  | 8  | 11 | 15 | 18 | 22 | 26 | 29 | 33 | 36 | 38 | 39  | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 17                    | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33  | 34 | 35 | 36 | 37 |
| 44                    | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61  | 62 | 64 | 66 | 68 |
| 38                    | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54  |    |    |    |    |
| 70                    | 72 | 74 | 76 | 78 | 80 | 81 | 83 | 85 | 87 | 89 | 91 | 93 | 95 | 97 | 99 | 100 |    |    |    |    |

Соответствие между минимальными первичными баллами и минимальными тестовыми баллами 2022 года. Распоряжение о внесении изменений в приложение № 2 к распоряжению Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки №1122-10 от 16.07.2019

### ПОРОГОВЫЙ БАЛЛ

Для поступления в вузы, подведомственные Министерству науки и высшей школы: 39 тестовых баллов. Приказ Минобрнауки России № 758 от 12.08.2022.

Для поступления в вузы, подведомственные Министерству просвещения: 39 тестовых баллов. Приказ Минпросвещения России № 299 от 29.04.2022.

# КИМ Вариант 15 (8793178)

Источник <https://phys-ege.sdamgia.ru/>

## 1. Тип 1 № 135

Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Чему равен модуль скорости тела через 0,5 с после начала отсчета времени? Сопротивление воздуха не учитывать. (Ответ дайте в метрах в секунду.)

## 2. Тип 2 № 8426

Две звезды одинаковой массы  $m$  притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю  $F$ . Во сколько раз больше силы  $F$  модуль сил притяжения между другими двумя звёздами, если расстояние между их центрами такое же, как и в первом случае, а массы звёзд равны  $2m$  и  $3m$ ?

## 3. Тип 3 № 408

Груз массой  $m$  на пружине, совершая свободные колебания, проходит положение равновесия со скоростью  $U$ . Через половину периода колебаний он проходит положение равновесия, двигаясь в противоположном направлении с такой же по модулю скоростью  $U$ . Чему равен модуль изменения кинетической энергии груза за это время?

- 1)  $mv^2$
- 2)  $2mv^2$
- 3)  $\frac{mv^2}{2}$
- 4) 0

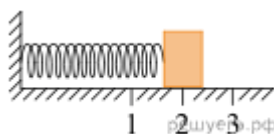
## 4. Тип 4 № 8134

В эксперименте по измерению пути, пройденному телом, заполнена таблица зависимости пути от времени. Анализируя данные таблицы, выберите из приведённых ниже утверждений три правильных и укажите их номера.

| $t, \text{с}$ | $s, \text{м}$ |
|---------------|---------------|
| 0             | 0             |
| 1             | 10            |
| 2             | 20            |
| 3             | 30            |
| 4             | 40            |

- 1) За каждый из четырёх интервалов времени пройденный телом путь увеличивался на 10 м.
- 2) Движение тела равномерное.
- 3) Движение тела равноускоренное.
- 4) Ускорение тела было постоянным и равным  $10 \text{ м/с}^2$ .
- 5) Скорость тела была постоянной и равной  $10 \text{ м/с}$ .

## 5. Тип 5 № 4680



Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется потенциальная энергия пружины маятника, модуль скорости груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 1?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

| Потенциальная энергия пружины маятника | Модуль скорости груза | Жесткость пружины |
|----------------------------------------|-----------------------|-------------------|
|                                        |                       |                   |

**6. Тип 6 № 9051** 

Брусок массой  $m$  соскальзывает с закреплённой шероховатой наклонной плоскости с углом  $\alpha$  при основании. Коэффициент трения между бруском и наклонной плоскостью равен  $\mu$ , модуль скорости бруска возрастает. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, при помощи которых их можно вычислить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Модуль силы трения, действующей на брусок
- Б) Модуль ускорения бруска

ФОРМУЛА

- 1)  $\mu mg$
- 2)  $g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$
- 3)  $g \sin \alpha - \mu g$
- 4)  $\mu mg \cos \alpha$

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

**7. Тип 7 № 8858** 

В закрытом сосуде объёмом 20 литров находится 5 моль кислорода. Температура газа равна  $127^\circ\text{C}$ . Чему равно давление газа? Ответ выразите в килопаскалях.

**8. Тип 8 № 19661** 

Порция идеального одноатомного газа при температуре 300 К обладает внутренней энергией 1,242 Дж. Сколько атомов содержит эта порция газа? В качестве ответа приведите целое число, которое должно умножаться на  $10^{20}$ .

**9. Тип 9 № 3616** 

В таблице приведена зависимость КПД идеальной тепловой машины от температуры ее нагревателя при неизменной температуре холодильника. Чему равна температура холодильника этой тепловой машины? (Ответ дайте в кельвинах.)

| $T_{\text{н}}, \text{K}$ | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| $\eta, \%$               | 10  | 28  | 40  | 55  | 64   |

**10. Тип 10 № 27980** 

В жёстком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ . Плотность водяных паров в сосуде равна  $1,412 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ . Воздух в сосуде охлаждают до  $16^{\circ}\text{C}$ . Пользуясь таблицей зависимости плотности  $\rho_{\text{нп}}$  насыщенных паров воды от температуры  $t$ , выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

| $t, ^{\circ}\text{C}$                            | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   |
|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\rho_{\text{нп}}, \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ | 1,36 | 1,45 | 1,54 | 1,63 | 1,73 | 1,83 | 1,94 | 2,06 | 2,18 | 2,30 |

- 1) При температуре  $16^{\circ}\text{C}$  пар в сосуде насыщенный.
- 2) Давление в сосуде уменьшается.
- 3) Плотность водяного пара в сосуде уменьшается.
- 4) Относительная влажность воздуха в сосуде при  $20^{\circ}\text{C}$  равна 60%.
- 5) При уменьшении температуры относительная влажность воздуха в сосуде увеличивается.

**11. Тип 11 № 9056** 

В изолированной системе тело А имеет температуру  $+40^{\circ}\text{C}$ , а тело Б — температуру  $+65^{\circ}\text{C}$ . Эти тела привели в тепловой контакт друг с другом. Через некоторое время наступило тепловое равновесие. Как в результате изменились температура тела Б и суммарная внутренняя энергия тел А и Б?

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.

|                    |                                        |
|--------------------|----------------------------------------|
| Температура тела Б | Суммарная внутренняя энергия тел А и Б |
|                    |                                        |

**12. Тип 12 № 1406** 

Чему равно время прохождения тока силой  $5 \text{ А}$  по проводнику, если при напряжении на его концах  $120 \text{ В}$  в проводнике выделяется количество теплоты, равное  $540 \text{ кДж}$ ? (Ответ дайте в секундах.)

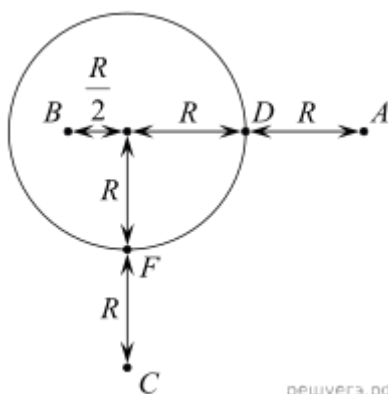
**13. Тип 13 № 9028** 

В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от 0 до максимального значения  $B_{\text{макс}}$  за время  $T$ . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная  $6 \text{ мВ}$ . Какая ЭДС индукции возникнет в рамке, если  $T$  уменьшить в 3 раза, а  $B_{\text{макс}}$  уменьшить в 2 раза? Ответ выразите в мВ.

**14. Тип 14 № 1609** 

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями  $L_1 = 1 \text{ мкГн}$  и  $L_2 = 2 \text{ мкГн}$ , а также два конденсатора, ёмкости которых  $C_1 = 30 \text{ пФ}$  и  $C_2 = 40 \text{ пФ}$ . С какой наименьшей собственной частотой  $\nu$  можно составить колебательный контур из двух элементов этого набора? (Ответ выразите в мегагерцах и округлите до целого числа.)

**15. Тип 15 № 17661** 



решуегз.рф

На уединённой неподвижной проводящей сфере радиусом  $R$  находится положительный заряд  $Q$ . Сфера находится в вакууме. Напряжённость электростатического поля сферы в точке  $A$  равна  $36 \text{ В/м}$ . Все расстояния указаны на рисунке. Выберите все верные утверждения, описывающих данную ситуацию.

- 1) Потенциал электростатического поля в точке  $C$  выше, чем в точке  $D$ :  $\varphi_C > \varphi_D$ .
- 2) Напряжённость электростатического поля в точке  $C$   $E_C = 36 \text{ В/м}$ .
- 3) Напряжённость электростатического поля в точке  $B$   $E_B = 576 \text{ В/м}$ .
- 4) Потенциал электростатического поля в точках  $B$  и  $C$  одинаков:  $\varphi_B = \varphi_C$ .
- 5) Потенциал электростатического поля в точках  $F$  и  $D$  одинаков:  $\varphi_F = \varphi_D$ .

**16. Тип 16 № 9317**

Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы между фокусным и двойным фокусным расстоянием от неё. Предмет начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом размер изображения и оптическая сила линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

| Размер изображения | Оптическая сила линзы |
|--------------------|-----------------------|
|                    |                       |

**17. Тип 17 № 4365**

Период свободных колебаний в колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ , равен  $T_0$ .

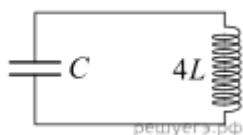
Установите соответствие между периодами колебаний и схемами колебательных контуров. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА

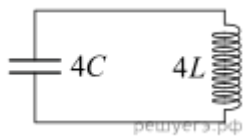
- А)  $T_0$
- Б)  $4T_0$

ЕГО ЦЕПЬ

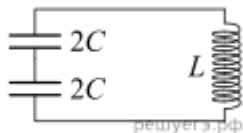
- 1)



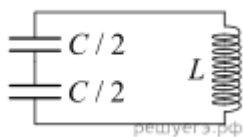
2)



3)



4)



|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

**18. Тип 18 № 2316**

Фотоэффект наблюдают, освещая поверхность металла светом с частотой  $\nu$ . При этом задерживающая разность потенциалов равна  $U$ . После изменения частоты света задерживающая разность потенциалов увеличилась на  $\Delta U = 1,3$  В. Каково изменение частоты падающего света? (Ответ дайте в  $10^{14}$  Гц, округлив до десятых.) Заряд электрона принять равным  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, а постоянную Планка —  $6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж·с.

**19. Тип 19 № 26040**

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался синий светофильтр, а во второй — жёлтый. В каждом опыте измеряли запирающее напряжение.

Как изменяются напряжение запираения и кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой физической 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.

|                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Запирающее напряжение | Кинетическая энергия фотоэлектронов |
|                       |                                     |

**20. Тип 20 № 25523**

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

- 1) Центробежное ускорение, действующая на материальную точку, всегда направлено касательно к траектории движения.

2) В идеальной тепловой машине КПД определяется температурой нагревателя и температурой холодильника.

3) В процессе электризации трением два тела приобретают разноимённые по знаку, но одинаковые по модулю заряды.

4) Явление радуги обусловлено исключительно особыми свойствами солнечного света, поэтому её можно наблюдать не только на Земле, но и на Луне, и на Марсе.

5) Фотоэффект в металлах вызывается исключительно видимым светом, явление не возникает при действии ультрафиолетового излучения.

**21. Тип 21 № 25613** 

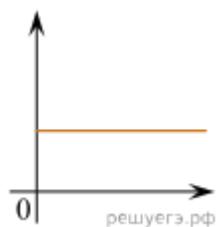
Даны следующие зависимости величин:

А) Зависимость проекции скорости тела, брошенного вертикально вверх, от времени в течение небольшого промежутка времени;

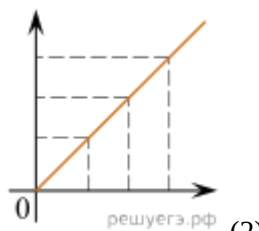
Б) Зависимость ёмкости плоского конденсатора от площади пластин;

В) Зависимость оптической силы линзы от ее фокусного расстояния.

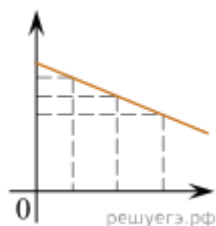
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



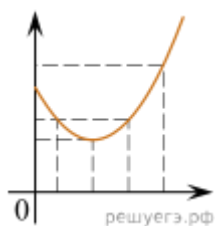
(1)



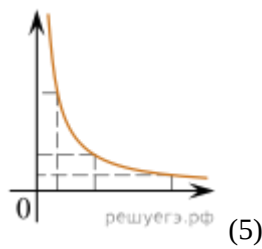
(2)



(3)



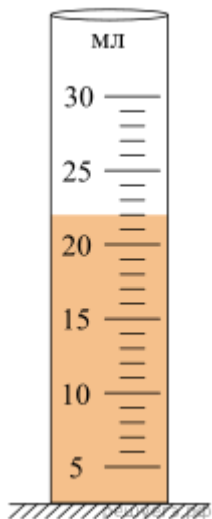
(4)



Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

22. Тип 22 № [9159](#)



Какой объём в мензурке занимает налитая в неё вода (см. рис.), если погрешность измерения равна половине цены деления? Ответ дайте в мл. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

23. Тип 23 № [8873](#)

Необходимо экспериментально изучить зависимость сопротивления металлического проводника от его длины. Какие **два** проводника из представленных на рисунке нужно выбрать для проведения такого исследования?

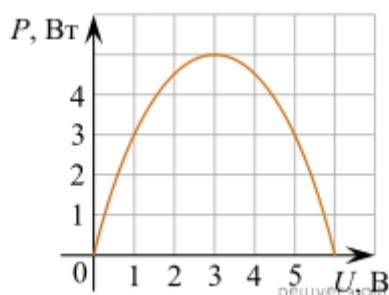
- 1)  $S_1$  медь

4)  $S_2$  сталь
- 2)  $S_2$  медь

5)  $S_1$  сталь
- 3)  $S_1$  медь

решуегэ.рф

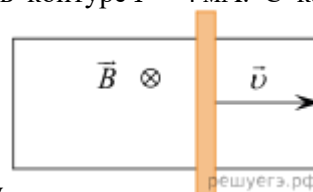
24. Тип 24 № [11810](#)



Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  и подключённого к ней резистора нагрузки с сопротивлением  $R$ . При изменении сопротивления нагрузки изменяется напряжение на ней и мощность в нагрузке. На рисунке представлен график зависимости мощности, выделяющейся на нагрузке, от напряжения на ней. Используя известные Вам физические законы, объясните, почему данный график зависимости мощности от напряжения представляет собой параболу.

**25. Тип 25 № 3269**

П-образный контур с пренебрежимо малым сопротивлением находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рис.). Индукция магнитного поля  $B = 0,2$  Тл. По контуру с постоянной скоростью скользит перемычка длиной  $l = 20$  см и сопротивлением  $R = 15$  Ом. Сила индукционного тока в контуре  $I = 4$  мА. С какой скоростью



движется перемычка? Ответ приведите в метрах в секунду.

**26. Тип 26 № 3891**

Идеальный электромагнитный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $20$  мкФ и катушки индуктивности. В начальный момент времени конденсатор заряжен до напряжения  $4$  В, ток через катушку не течет. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе станет равным  $2$  В, чему будет равна энергия магнитного поля катушки? *Ответ запишите в миллиджоулях.*

**27. Тип 27 № 4965**

Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1 = 600$  К и давлении  $p_1 = 4 \cdot 10^5$  Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа  $p_2 = 10^5$  Па. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты  $Q = 1247$  Дж?

**28. Тип 28 № 10441**

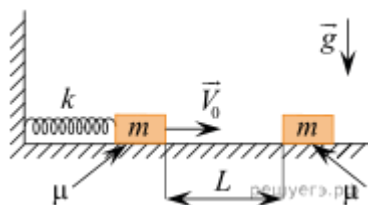


На рисунке приведён график зависимости модуля индукции  $B$  магнитного поля от времени  $t$ . В это поле перпендикулярно линиям магнитной индукции помещён проводящий прямоугольный контур сопротивлением  $R = 50$  мОм. Найдите площадь контура, если за все время в контуре выделилось  $1,5$  мДж теплоты.

**29. Тип 29 № 10448**

Предмет находится на главной оптической оси на расстоянии  $a = 16$  см от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 8$  см. Предмет перемещают на расстояние 20 см от линзы и на 3 см от главной оптической оси. Сделайте рисунок с построением хода лучей. Определите, на какое расстояние сместилось изображение предмета относительно начального положения.

**30. Тип 30 № 25944** 🧑🏫



На горизонтальной шероховатой плоскости (коэффициент трения равен  $\mu$ ) покоятся два одинаковых груза массой  $m$  на расстоянии  $L$  друг от друга, один из которых соединён со стенкой лёгкой нерастянутой горизонтальной пружиной жёсткостью  $k$  (см. рис.). Левому грузу сообщили в некоторый момент начальную скорость  $V_0$  в направлении правого, после чего грузы испытали абсолютно упругое лобовое столкновение. На какое расстояние  $l$  сместится после столкновения правый груз?

Какие законы Вы использовали для описания взаимодействия грузов? Обоснуйте их применение к данному случаю.

## Ответы к КИМ Вариант 15 (8793178)

Источник <https://phys-ege.sdamgia.ru/>

### 1. Тип 1 № 135

Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Чему равен модуль скорости тела через 0,5 с после начала отсчета времени? Сопротивление воздуха не учитывать. (Ответ дайте в метрах в секунду.)

**Решение.** Поскольку сопротивлением воздуха можно пренебречь, на брошенное тело действует только сила тяжести, которая сообщает ему постоянное ускорение свободного падения, направленное вниз. Следовательно, скорость меняется со временем по закону  $v(t) = v_0 - gt$ . Таким образом, через 0,5 с скорость тела будет равна

$$v(t = 0,5 \text{ с}) = 20 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,5 \text{ с} = 15 \text{ м/с}.$$

Ответ: 15.

### 2. Тип 2 № 8426

Две звезды одинаковой массы  $m$  притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю  $F$ . Во сколько раз больше силы  $F$  модуль сил притяжения между другими двумя звёздами, если расстояние между их центрами такое же, как и в первом случае, а массы звёзд равны  $2m$  и  $3m$ ?

**Решение.** По закону всемирного тяготения сила притяжения между телами пропорциональна массам тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между телами, следовательно, при данном увеличении масс звёзд сила притяжения между ними увеличится в 6 раз.

Ответ: 6.

### 3. Тип 3 № 408

Груз массой  $m$  на пружине, совершая свободные колебания, проходит положение равновесия со скоростью  $U$ . Через половину периода колебаний он проходит положение равновесия, двигаясь в противоположном направлении с такой же по модулю скоростью  $U$ . Чему равен модуль изменения кинетической энергии груза за это время?

- 1)  $mv^2$
- 2)  $2mv^2$
- 3)  $\frac{mv^2}{2}$
- 4) 0

**Решение.** Поскольку кинетическая энергия тела зависит только от величины его скорости, но не от ее направления, а, по условию, через половину периода модуль скорости не изменяется, заключаем, что модуль изменения кинетической энергии за это время равен нулю.

Правильный ответ указан под номером 4.

### 4. Тип 4 № 8134

В эксперименте по измерению пути, пройденному телом, заполнена таблица зависимости пути от времени. Анализируя данные таблицы, выберите из приведённых ниже утверждений три правильных и укажите их номера.

| $t, \text{ с}$ | $s, \text{ м}$ |
|----------------|----------------|
| 0              | 0              |
| 1              | 10             |

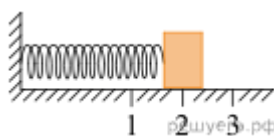
|   |    |
|---|----|
| 2 | 20 |
| 3 | 30 |
| 4 | 40 |

- 1) За каждый из четырёх интервалов времени пройденный телом путь увеличивался на 10 м.
- 2) Движение тела равномерное.
- 3) Движение тела равноускоренное.
- 4) Ускорение тела было постоянным и равным  $10 \text{ м/с}^2$ .
- 5) Скорость тела была постоянной и равной  $10 \text{ м/с}$ .

**Решение.** За каждую секунду путь увеличивался на 10 м, значит, движение было равномерным со скоростью  $10 \text{ м/с}$ .

Ответ: 125.

#### 5. Тип 5 № 4680



Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется потенциальная энергия пружины маятника, модуль скорости груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 1?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

| Потенциальная энергия пружины маятника | Модуль скорости груза | Жёсткость пружины |
|----------------------------------------|-----------------------|-------------------|
|                                        |                       |                   |

**Решение.** Точка 2 представляет собой положение устойчивого равновесия маятника. Когда груз находится в точке 2, пружина не деформирована. Точка 1, напротив, соответствует сжатой пружине. При движении груза от точки 2, в которой он имеет максимальную скорость, к точке 1 пружина сжимается, тормозя груз, то есть модуль скорости груза уменьшается. При этом

$$E_{\text{пот}} = \frac{kx^2}{2}.$$

потенциальная энергия пружины увеличивается ( ).

Жёсткость пружины является характеристикой пружины, не зависящей от фазы колебания, поэтому жёсткость пружины не изменяется.

Ответ: 123.

#### 6. Тип 6 № 9051

Брусok массой  $m$  соскальзывает с закреплённой шероховатой наклонной плоскости с углом  $\alpha$  при основании. Коэффициент трения между бруском и наклонной плоскостью равен  $\mu$ , модуль скорости бруска возрастает. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, при помощи которых их можно вычислить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Модуль силы трения, действующей на брусок  
Б) Модуль ускорения бруска

ФОРМУЛА

- 1)  $\mu mg$   
2)  $g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$   
3)  $g \sin \alpha - \mu g$   
4)  $\mu mg \cos \alpha$

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

**Решение.** На брусок действуют сила тяжести  $mg$ , направленная вертикально вниз, сила реакции опоры  $N$ , направленная перпендикулярно плоскости горки вверх, и сила трения  $F_{\text{тр}} = \mu N$ , направленная против движения. Выберем ось  $Ox$  по направлению движения и ось  $Oy$  перпендикулярно движению вверх. Тогда по второму закону Ньютона запишем действующие силы на эти оси:

$$\begin{cases} Ox : mg \sin \alpha - \mu N = ma, \\ Oy : N - mg \cos \alpha = 0, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha, \\ a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha. \end{cases}$$

Ответ: 42.

**7. Тип 7 № 8858** 

В закрытом сосуде объёмом 20 литров находится 5 моль кислорода. Температура газа равна 127 °С. Чему равно давление газа? Ответ выразите в килопаскалях.

**Решение.** Состояние идеального газа описывается уравнением Клапейрона — Менделеева:  
 $pV = \nu RT$ .

Найдём отсюда давление:

$$p = \frac{\nu RT}{V} = \frac{5 \cdot 8,31 \cdot 400}{20 \cdot 10^{-3}} = 831 \cdot 10^3 \text{ Па} = 831 \text{ кПа}.$$

Ответ: 831.

**8. Тип 8 № 19661** 

Порция идеального одноатомного газа при температуре 300 К обладает внутренней энергией 1,242 Дж. Сколько атомов содержит эта порция газа? В качестве ответа приведите целое число, которое должно умножаться на  $10^{20}$ .

**Решение.** Внутренняя энергия идеального одноатомного газа

$$U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} \cdot \frac{N}{N_A} RT,$$

откуда и находим число атомов

$$N = \frac{2UN_A}{3RT} = 2 \cdot 10^{20}.$$

Ответ: 2.

**9. Тип 9 № 3616** 

В таблице приведена зависимость КПД идеальной тепловой машины от температуры ее нагревателя при неизменной температуре холодильника. Чему равна температура холодильника этой тепловой машины? (Ответ дайте в кельвинах.)

|                  |     |     |     |     |      |
|------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| $T_n, \text{ К}$ | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 |
| $\eta, \%$       | 10  | 28  | 40  | 55  | 64   |

**Решение.** КПД идеальной машины связан с температурами нагревателя и холодильника

соотношением  $\eta = \left(1 - \frac{T_X}{T_H}\right) \cdot 100\%$ . Отсюда для температуры холодильника

имеем:  $T_X = T_H \left(1 - \frac{\eta}{100\%}\right)$ . Используя любой столбик из таблицы, получаем значение

$$T_X = 400 \text{ К} \cdot \left(1 - \frac{10\%}{100\%}\right) = 360 \text{ К}.$$

температуры

В качестве проверки, можно рассчитать температуру холодильника еще для одной

$$T_X = 1000 \text{ К} \cdot \left(1 - \frac{64\%}{100\%}\right) = 360 \text{ К}.$$

точки:

Результаты совпадают, это хорошо.

Ответ: 360.

#### 10. Тип 10 № 27980

В жёстком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре 25 °С. Плотность водяных паров в сосуде равна  $1,412 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ . Воздух в сосуде охлаждают до 16 °С. Пользуясь таблицей зависимости плотности  $\rho_{\text{нп}}$  насыщенных паров воды от температуры  $t$ , выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

| $t, ^\circ\text{C}$                              | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   |
|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\rho_{\text{нп}}, \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ | 1,36 | 1,45 | 1,54 | 1,63 | 1,73 | 1,83 | 1,94 | 2,06 | 2,18 | 2,30 |

- 1) При температуре 16 °С пар в сосуде насыщенный.
- 2) Давление в сосуде уменьшается.
- 3) Плотность водяного пара в сосуде уменьшается.
- 4) Относительная влажность воздуха в сосуде при 20 °С равна 60%.
- 5) При уменьшении температуры относительная влажность воздуха в сосуде увеличивается.

**Решение.** 1) Верно. При температуре 16 °С пар становится насыщенным.

2) Верно. Из уравнения Клапейрона-Менделеева следует, что  $p = \frac{\rho}{M}RT$ . Плотность водяных паров не меняется, а при уменьшении температуры давление водяных паров уменьшается.

3) Неверно. Плотность водяных паров в сосуде не изменяется, т. к. объем сосуда и масса водяных паров не изменяются.

4) Неверно. Относительная влажность находится по формуле

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нп}}} \cdot 100\% = \frac{1,412 \cdot 10^{-2}}{1,73 \cdot 10^{-2}} \cdot 100\% \approx 82\%.$$

5) Верно. При уменьшении температуры уменьшается плотность насыщенных водяных паров, плотность водяных паров остается неизменной. Значит, относительная влажность воздуха при уменьшении температуры увеличивается

Ответ: 125.

#### 11. Тип 11 № 9056

В изолированной системе тело А имеет температуру +40 °С, а тело Б — температуру +65 °С. Эти тела привели в тепловой контакт друг с другом. Через некоторое время наступило тепловое равновесие. Как в результате изменились температура тела Б и суммарная внутренняя энергия тел А и Б?

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.

|                    |                                        |
|--------------------|----------------------------------------|
| Температура тела Б | Суммарная внутренняя энергия тел А и Б |
|                    |                                        |

**Решение.** Согласно второму началу термодинамики более нагретые тела передают теплоту менее нагретым. Тогда в процессе установления теплового равновесия температура тела А увеличится, а температура тела Б — уменьшится. Так как тела не совершают работы, то согласно первому началу термодинамики теплообмен между ними сопровождается только перераспределением внутренней энергии, при этом суммарная внутренняя энергия остается неизменной.

Ответ: 23.

**12. Тип 12 № 1406** 

Чему равно время прохождения тока силой 5 А по проводнику, если при напряжении на его концах 120 В в проводнике выделяется количество теплоты, равное 540 кДж? (Ответ дайте в секундах.)

**Решение.** Согласно закону Джоуля — Ленца количество выделяемого тепла в проводнике определяется выражением  $Q = UI t$ . Отсюда находим время прохождения тока по проводнику:

$$t = \frac{Q}{UI} = \frac{540 \text{ кДж}}{120 \text{ В} \cdot 5 \text{ А}} = \frac{540 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{120 \text{ В} \cdot 5 \text{ А}} = 900 \text{ с}.$$

Ответ: 900.

**13. Тип 13 № 9028** 

В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от 0 до максимального значения  $B_{\text{макс}}$  за время  $T$ . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 6 мВ. Какая ЭДС индукции возникнет в рамке, если  $T$  уменьшить в 3 раза, а  $B_{\text{макс}}$  уменьшить в 2 раза? Ответ выразите в мВ.

**Решение.** Величина ЭДС индукции в рамке определяется выражением:

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{S \Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{S B_{\text{макс}}}{T}.$$

Следовательно при новых параметрах будет возникать ЭДС:

$$\mathcal{E}_2 = \frac{3}{2} \mathcal{E}_1 = 9 \text{ мВ}.$$

Ответ: 9.

**14. Тип 14 № 1609** 

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями  $L_1 = 1 \text{ мкГн}$  и  $L_2 = 2 \text{ мкГн}$ , а также два конденсатора, ёмкости которых  $C_1 = 30 \text{ пФ}$  и  $C_2 = 40 \text{ пФ}$ . С какой наименьшей собственной частотой  $\nu$  можно составить колебательный контур из двух элементов этого набора? (Ответ выразите в мегагерцах и округлите до целого числа.)

**Решение.** Частота собственных колебаний контура связана с ёмкостью конденсатора и

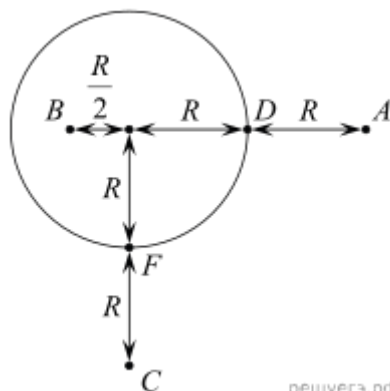
$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

индуктивностью катушки соотношением. Таким образом, частота  $\nu$  минимальна, когда  $LC$  максимально. Следовательно, необходимо выбрать  $L_2$  и  $C_2$ , при этом собственная частота контура составит

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \cdot 10^{-6} \cdot 40 \cdot 10^{-12}}} \approx 18 \cdot 10^6 \text{ Гц} = 18 \text{ МГц}.$$

Ответ: 18.

15. Тип 15 № 17661 



решуегэ.рф

На уединённой неподвижной проводящей сфере радиусом  $R$  находится положительный заряд  $Q$ . Сфера находится в вакууме. Напряжённость электростатического поля сферы в точке  $A$  равна  $36 \text{ В/м}$ . Все расстояния указаны на рисунке. Выберите все верные утверждения, описывающих данную ситуацию.

- 1) Потенциал электростатического поля в точке  $C$  выше, чем в точке  $D$ :  $\varphi_C > \varphi_D$ .
- 2) Напряжённость электростатического поля в точке  $C$   $E_C = 36 \text{ В/м}$ .
- 3) Напряжённость электростатического поля в точке  $B$   $E_B = 576 \text{ В/м}$ .
- 4) Потенциал электростатического поля в точках  $B$  и  $C$  одинаков:  $\varphi_B = \varphi_C$ .
- 5) Потенциал электростатического поля в точках  $F$  и  $D$  одинаков:  $\varphi_F = \varphi_D$ .

**Решение.** Для точечного заряда и поля снаружи заряженной сферы верны

$$\varphi = k \frac{Q}{r}, \quad E = k \frac{Q}{r^2},$$

формула: где  $Q$  — величина точечного заряда или заряда сферы,  $r$  — расстояние до точечного заряда или центра сферы. Потенциал на границе сферы равен потенциалу любой точки внутри сферы. Напряжённость поля внутри сферы равна нулю.

Рассмотрим предложенные утверждения.

1) Расстояние от точки  $C$  до центра сферы больше, чем расстояние от центра сферы до точки  $D$ , следовательно, потенциал в точке  $D$  больше потенциала в точке  $C$ . Утверждение 1 *неверно*.

2) Заметим, что точки  $A$  и  $C$  находятся на одинаковом расстоянии от центра сферы, следовательно, напряжённости поля в этих точках равны и равны  $36 \text{ В/м}$ . Утверждение 2 *верно*.

3) Как известно из сказанного выше, напряжённость поля внутри сферы равна нулю. Утверждение 3 *неверно*.

4) Потенциал в точке  $B$  равен потенциалу на поверхности сферы, расстояние от точки  $C$  до центра сферы больше радиуса сферы, следовательно, потенциал в точке  $C$  меньше потенциала в точке  $B$ . Утверждение 4 *неверно*.

5) Заметим, что точки  $F$  и  $D$  находятся на границе сферы, следовательно, потенциалы поля в этих точках равны. Утверждение 5 *верно*.

Ответ: 25.

16. Тип 16 № 9317 

Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы между фокусным и двойным фокусным расстоянием от неё. Предмет начинают приближать к фокусу линзы. Как меняются при этом размер изображения и оптическая сила линзы?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается

3) не изменяется

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

| Размер изображения | Оптическая сила линзы |
|--------------------|-----------------------|
|                    |                       |

**Решение.** Размер изображения при приближении предмета к фокусу собирающей линзы увеличивается.

Оптическая сила линзы не зависит от положения предмета.

Ответ: 13

**17. Тип 17 № 4365** 

Период свободных колебаний в колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ , равен  $T_0$ .

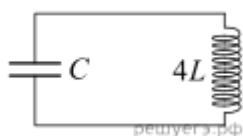
Установите соответствие между периодами колебаний и схемами колебательных контуров. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТА

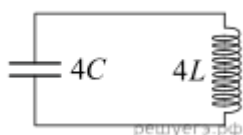
- А)  $T_0$   
Б)  $4T_0$

ЕГО ЦЕПЬ

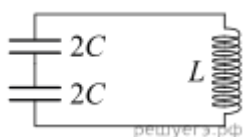
1)



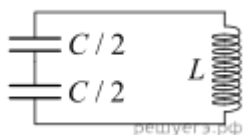
2)



3)



4)



| А | Б |
|---|---|
|   |   |

**Решение.** Период свободных электромагнитных колебаний связан с ёмкостью катушки и индуктивностью соотношением:  $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ . Таким образом, контур 1 имеет период  $T_1 = 2T_0$ , контур 2 — период  $T_2 = 4T_0$  (Б — 2).

При последовательном соединении конденсаторов общая ёмкость равна  $C_{\text{общ}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ . Следовательно, ёмкости колебательных контуров 3 и 4 равны  $\frac{C}{4}$ , а значит, период колебаний в контуре 3 равен  $T_3 = T_0 (A - 3)$ , а в контуре 4 —  $T_4 = \frac{T_0}{2}$ .

Ответ: 32.

#### 18. Тип 18 № 2316

Фотоэффект наблюдают, освещая поверхность металла светом с частотой  $\nu$ . При этом задерживающая разность потенциалов равна  $U$ . После изменения частоты света задерживающая разность потенциалов увеличилась на  $\Delta U = 1,3$  В. Каково изменение частоты падающего света? (Ответ дайте в  $10^{14}$  Гц, округлив до десятых.) Заряд электрона принять равным  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, а постоянную Планка —  $6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж·с.

**Решение.** Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта для начальной частоты света  $h\nu = A_{\text{вых}} + eU$  и для измененной частоты  $h(\nu + \Delta\nu) = A_{\text{вых}} + e(U + \Delta U)$ . Вычтя из второго равенства первое, получим соотношение:

$$\begin{aligned} h\Delta\nu &= e\Delta U \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \Delta\nu &= \frac{e\Delta U}{h} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1,3 \text{ В}}{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} \approx 3,2 \cdot 10^{14} \text{ Гц}. \end{aligned}$$

Ответ: 3,2.

#### 19. Тип 19 № 26040

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался синий светофильтр, а во второй — жёлтый. В каждом опыте измеряли запирающее напряжение.

Как изменяются напряжение запираения и кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой физической 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.

| Запирающее напряжение | Кинетическая энергия фотоэлектронов |
|-----------------------|-------------------------------------|
|                       |                                     |

**Решение.** Использование светофильтра позволяет вырезать из спектра определенный участок длин волн. Смена синего светофильтра на жёлтый приводит к увеличению длины световой волны (так как длина волны синего излучения меньше чем жёлтого).

При фотоэффекте энергия падающего излучения расходуется на работу выхода электрона (которая постоянна для вещества из которого выбиваются электроны) и остаток переходит в

кинетическую энергию электрона:  $h\nu = h\frac{c}{\lambda} = A + W_k$ . Энергия падающего излучения уменьшается при увеличении длины волны, следовательно, кинетическая энергия фотоэлектронов также уменьшается

Запирающее напряжение — это напряжение, при котором прекращается фототок. Оно прямо пропорционально кинетической энергии фотоэлектронов, и, значит, тоже будет уменьшаться.

Ответ: 22.

**20. Тип 20 № 25523** 

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

- 1) Центростремительное ускорение, действующая на материальную точку, всегда направлено касательно к траектории движения.
- 2) В идеальной тепловой машине КПД определяется температурой нагревателя и температурой холодильника.
- 3) В процессе электризации трением два тела приобретают разноимённые по знаку, но одинаковые по модулю заряды.
- 4) Явление радуги обусловлено исключительно особыми свойствами солнечного света, поэтому её можно наблюдать не только на Земле, но и на Луне, и на Марсе.
- 5) Фотоэффект в металлах вызывается исключительно видимым светом, явление не возникает при действии ультрафиолетового излучения.

**Решение.** 1) Неверно. Центростремительное ускорение направлено к центру окружности.

2) Верно. В идеальной тепловой машине КПД определяется отношением разности температур нагревателя и холодильника к температуре нагревателя.

3) Верно. При электризации трением тела приобретают разноименные по знаку и равные по модулю заряды, т. к. происходит перераспределение электронов.

4) Неверно. Появление радуги обусловлено преломлением света в каплях воды.

5) Неверно. Возникновение фотоэффекта связано с работой выхода электронов с металла. Для большинства металлов это возможно только для ультрафиолетового света.

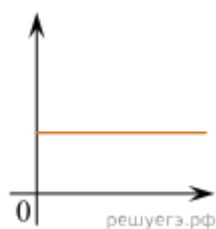
Ответ: 23.

**21. Тип 21 № 25613** 

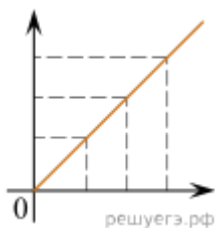
Даны следующие зависимости величин:

- А) Зависимость проекции скорости тела, брошенного вертикально вверх, от времени в течение небольшого промежутка времени;
- Б) Зависимость ёмкости плоского конденсатора от площади пластин;
- В) Зависимость оптической силы линзы от ее фокусного расстояния.

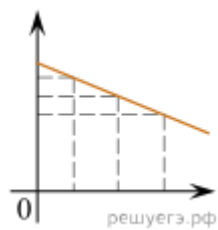
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



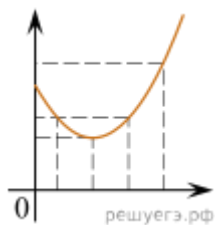
(1)



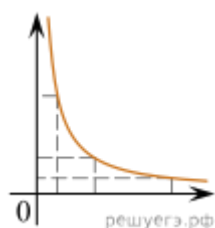
(2)



(3)



(4)



(5)

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

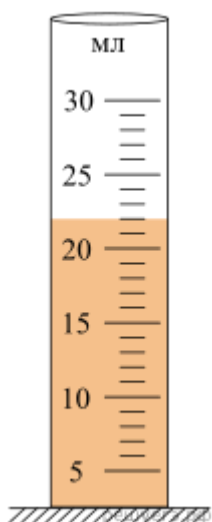
**Решение.** А) Зависимость проекции скорости тела, брошенного вертикально вверх, от времени выражается формулой  $v_y = v_{0y} - gt$ . Графиком такой зависимости является (3).

Б) Зависимость ёмкости плоского конденсатора от площади пластин выражается формулой  $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$ . Данная зависимость является прямой пропорциональной, графиком которой является (2).

В) Зависимость оптической силы линзы от ее фокусного расстояния выражается формулой  $D = \frac{1}{F}$ . Данная зависимость обратно пропорциональная, графиком которой является (5).

Ответ: 325.

**22. Тип 22 № 9159** 



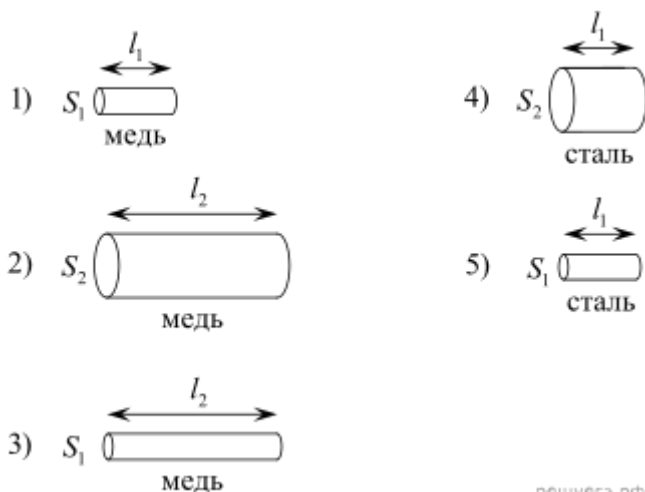
Какой объём в мензурке занимает налитая в неё вода (см. рис.), если погрешность измерения равна половине цены деления? Ответ дайте в мл. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

**Решение.** Как видно из рисунка, шкала мензурки указана в мл, причём цена деления составляет 1 мл, из чего следует, что погрешность данного прибора 0,5 мл. Вода в мензурке на уровне 22 мл. Значит, ответ  $(22,0 \pm 0,5)$  мл.

Ответ: 22,00,5.

**23. Тип 23 № 8873**

Необходимо экспериментально изучить зависимость сопротивления металлического проводника от его длины. Какие **два** проводника из представленных на рисунке нужно выбрать для проведения такого исследования?

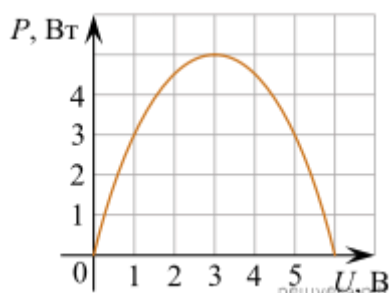


решуегз.рф

**Решение.** Чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проводника от его длины, нужно взять пару проводников, отличающихся только длиной. Толщина проводников и материал, из которого они сделаны, должны быть одинаковыми. Для этой цели подходят проводники 1 и 3.

Ответ: 13.

**24. Тип 24 № 11810**



Электрическая цепь состоит из батареи с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  и подключённого к ней резистора нагрузки с сопротивлением  $R$ . При изменении сопротивления нагрузки изменяется напряжение на ней и мощность в нагрузке. На рисунке представлен график зависимости мощности, выделяющейся на нагрузке, от напряжения на ней. Используя известные Вам физические законы, объясните, почему данный график зависимости мощности от напряжения представляет собой параболу.

**Решение.** Мощность, выделяющаяся на нагрузке вычисляется по формуле:

$$P = UI = \frac{U^2}{R}.$$

Сила тока по закону Ома для полной цепи

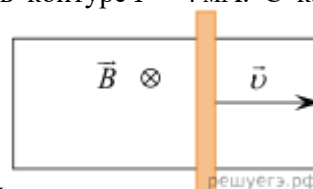
равна  $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$ . Напряжение на нагрузке вычисляется по

формуле  $U = IR = \frac{\mathcal{E}R}{r + R}$ , откуда  $R = \frac{Ur}{\mathcal{E} - U}$ . Таким образом,

получаем:  $P = \frac{U^2}{Ur} \cdot (\mathcal{E} - U) = \frac{U(\mathcal{E} - U)}{r}$ . Данная функция является квадратичной функцией от напряжения, её график — параболу.

## 25. Тип 25 № 3269

П-образный контур с пренебрежимо малым сопротивлением находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рис.). Индукция магнитного поля  $B = 0,2$  Тл. По контуру с постоянной скоростью скользит перемычка длиной  $l = 20$  см и сопротивлением  $R = 15$  Ом. Сила индукционного тока в контуре  $I = 4$  мА. С какой скоростью



движется перемычка? Ответ приведите в метрах в секунду.

**Решение.** Согласно закону электромагнитной индукции, при изменении магнитного потока  $\Phi$  через замкнутый контур в нем возникает ЭДС индукции равная по

величине  $|\mathcal{E}_i| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ . Поскольку сопротивлением П-образной части контура можно пренебречь,

для тока в контуре имеем  $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$ . Определим изменение магнитного потока за время  $\Delta t$ . Величина магнитного поля не изменяется, следовательно, магнитный поток через контур растет только за счет увеличения площади контура. Обозначим искомую скорость перемычки через  $v$ . Тогда за время  $\Delta t$  перемычка сдвинется на  $v\Delta t$ , а значит, поток увеличится на величину  $\Delta\Phi = B\Delta S = Blv\Delta t$ . Скомбинировав все равенства, для искомой скорости имеем

$$\mathcal{E}_i = IR = \frac{Blv\Delta t}{\Delta t} = Blv \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v = \frac{IR}{Bl} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 15 \text{ Ом}}{0,2 \text{ Тл} \cdot 0,2 \text{ м}} = 1,5 \text{ м/с}.$$

Ответ: 1,5.

**26. Тип 26 № 3891** 

Идеальный электромагнитный колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 20 мкФ и катушки индуктивности. В начальный момент времени конденсатор заряжен до напряжения 4 В, ток через катушку не течет. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе станет равным 2 В, чему будет равна энергия магнитного поля катушки? *Ответ запишите в миллиджоулях.*

**Решение.** Для идеального колебательного контура выполняется закон сохранения энергии: в каждый момент времени сумма энергии электрического поля, сосредоточенного в конденсаторе, и энергии магнитного поля, сосредоточенного в катушке, есть величина постоянная ( $E_0 = \text{const} = E_{\text{Э}} + E_{\text{М}}$ ). В начальный момент времени, поскольку ток через катушку не течет,

$$E_0 = \frac{CU^2}{2} = \frac{20 \text{ мкФ} \cdot (4 \text{ В})^2}{2} = 160 \text{ мкДж}.$$

вся энергия находится в конденсаторе:

Следовательно, когда напряжение на конденсаторе равно 2 В, энергия магнитного поля катушки равна:

$$E_{\text{М}} = E_0 - E_{\text{Э}} = 160 \text{ мкДж} - \frac{20 \text{ мкФ} \cdot (2 \text{ В})^2}{2} =$$

$$= 160 \text{ мкДж} - 40 \text{ мкДж} =$$

$$= 120 \text{ мкДж} = 0,12 \text{ мДж}.$$

Ответ: 0,12 мДж.

**27. Тип 27 № 4965** 

Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1 = 600 \text{ К}$  и давлении  $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа  $p_2 = 10^5 \text{ Па}$ . Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты  $Q = 1247 \text{ Дж}$ ?

**Решение.** Согласно первому началу термодинамики, переданное газу тепло связано с работой газа против внешних сил и изменением его внутренней энергии, соотношением:  $Q = A + \Delta U$ , при этом, если газ отдает тепло, то  $Q < 0$ .

Изменение внутренней энергии одноатомного идеального газа определяется только

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T.$$

изменением температуры газа:

Согласно условию температура газа во время процесса обратно пропорциональна объёму, то есть

$$T = \frac{\text{const}}{V}.$$

Таким образом,

$$T_1 V_1 = T_2 V_2.$$

Из уравнения состояния Клапейрона — Менделеева, имеем:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \Leftrightarrow V_1 = \frac{\nu R T_1}{p_1}; \quad p_2 V_2 = \nu R T_2 \Leftrightarrow V_2 = \frac{\nu R T_2}{p_2}.$$

Следовательно,

$$\frac{T_1^2}{p_1} = \frac{T_2^2}{p_2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow T_2 = T_1 \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{1/2} = 600 \text{ К} \cdot \left( \frac{10^5 \text{ Па}}{4 \cdot 10^5 \text{ Па}} \right)^{1/2} = 300 \text{ К}.$$

Окончательно, для работы газа имеем:

$$A = Q - \Delta U =$$

$$= -1247 \text{ Дж} - \frac{3}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot (300 \text{ К} - 600 \text{ К}) \approx 2,5 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $A \approx 2,5 \text{ кДж}$

**28. Тип 28 № 10441** 📦



На рисунке приведён график зависимости модуля индукции  $B$  магнитного поля от времени  $t$ . В это поле перпендикулярно линиям магнитной индукции помещён проводящий прямоугольный контур сопротивлением  $R = 50 \text{ мОм}$ . Найдите площадь контура, если за все время в контуре выделилось  $1,5 \text{ мДж}$  теплоты.

**Решение.** Согласно закону электромагнитной индукции, ЭДС индукции, возникающая в контуре, пропорциональна скорости изменения магнитного потока через контур:

$$|\mathcal{E}_i| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{S \Delta B}{\Delta t} \right|.$$

При прохождении индукционного тока в контуре выделяется количество теплоты, равное

$$Q = \frac{|\mathcal{E}_i|^2}{R} \Delta t = \frac{S^2 \Delta B^2}{R \Delta t}.$$

Как видно из рисунка, на среднем участке величина индукции магнитного поля не изменяется, а значит, индукционный ток там не возникает.

Тогда за все время в контуре выделится

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{S^2 \Delta B_1^2}{R \Delta t_1} + \frac{S^2 \Delta B_2^2}{R \Delta t_2} = \frac{S^2}{R} \left( \frac{\Delta B_1^2}{\Delta t_1} + \frac{\Delta B_2^2}{\Delta t_2} \right).$$

Причем не важно в каком направлении течет индукционный ток, а имеет значение только его действие.

Отсюда площадь контура равна

$$S = \sqrt{\frac{QR}{\left( \frac{\Delta B_1^2}{\Delta t_1} + \frac{\Delta B_2^2}{\Delta t_2} \right)}} =$$

$$= \sqrt{\frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,05}{\frac{0,5^2}{2} + \frac{0,5^2}{4}}} = 0,02 \text{ м}^2 = 200 \text{ см}^2.$$

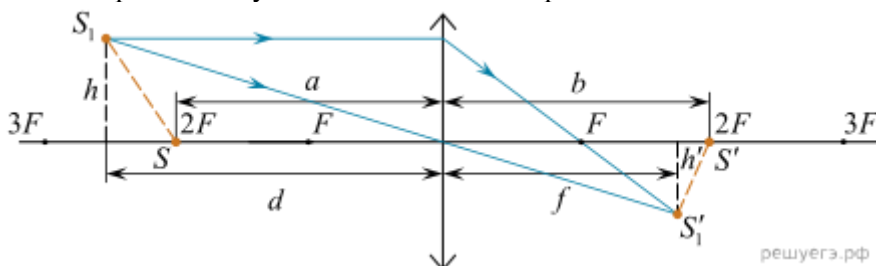
Ответ:  $S = 200 \text{ см}^2$ .

**29. Тип 29 № 10448** 📦

Предмет находится на главной оптической оси на расстоянии  $a = 16$  см от собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 8$  см. Предмет перемещают на расстояние 20 см от линзы и на 3 см от главной оптической оси. Сделайте рисунок с построением хода лучей. Определите, на какое расстояние сместилось изображение предмета относительно начального положения.

**Решение.** Поскольку изначально предмет находился на двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы ( $a = 2F$ ), то его изображение было также на двойном фокусном расстоянии  $b = 2F = 16$  см.

Построим ход лучей после смещения предмета:



Найдём положение изображения по формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Leftrightarrow f = \frac{dF}{d - F} = \frac{20 \cdot 8}{20 - 8} = \frac{40}{3} \text{ см}$$

и из подобия треугольников

$$\frac{h}{d} = \frac{h'}{f} \Leftrightarrow h' = \frac{hf}{d} = \frac{3 \cdot \frac{40}{3}}{20} = 2 \text{ см.}$$

$$b - f = \frac{8}{3} \text{ см}$$

Таким образом, изображение сместилось на  $\frac{8}{3}$  ближе к линзе и на 2 см от главной оптической оси (в противоположную сторону от смещения предмета). Расстояние от

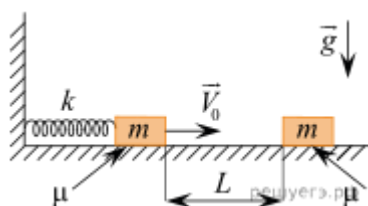
$$\sqrt{\left(\frac{8}{3}\right)^2 + 2^2} = \frac{10}{3} \text{ см.}$$

начального положения равно

$$\frac{10}{3} \text{ см.}$$

Ответ:

**30. Тип 30 № 25944** 📦



На горизонтальной шероховатой плоскости (коэффициент трения равен  $\mu$ ) покоятся два одинаковых груза массой  $m$  на расстоянии  $L$  друг от друга, один из которых соединён со стенкой лёгкой нерастянутой горизонтальной пружины жёсткостью  $k$  (см. рис.). Левому грузу сообщили в некоторый момент начальную скорость  $V_0$  в направлении правого, после чего грузы испытали абсолютно упругое лобовое столкновение. На какое расстояние  $l$  сместится после столкновения правый груз?

Какие законы Вы использовали для описания взаимодействия грузов? Обоснуйте их применение к данному случаю.

**Решение. Обоснование.** До столкновения система «пружина-груз» является незамкнутой в силу действия горизонтальной силы трения. Поэтому в инерциальной системе можно применять закон превращения механической энергии. Действие вертикально направленных силы тяжести и

силы реакции опоры можно не учитывать, т. к. они не влияют на горизонтально направленную скорость.

Удар абсолютно упругий. Тела составляют замкнутую систему, поэтому применим закон сохранения импульса.

При дальнейшем движении правого груза аналогично не учитываем действие силы тяжести и силы реакции опоры. В инерциальной системе отсчета применим закон превращения механической энергии.

### Перейдем к решению.

1. Согласно закону изменения механической энергии, перед столкновением левый груз будет иметь скорость  $v$  и кинетическую энергию, равную разности своей начальной кинетической энергии и суммы потенциальной энергии растянутой на расстояние  $L$  лёгкой пружины и работы

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{kL^2}{2} - \mu mgL > 0.$$

против силы трения скольжения:  $\frac{mv^2}{2}$ . Здесь использованы выражения для кинетической энергии груза, потенциальной энергии растянутой пружины, закон Амонтона–Кулона для силы сухого трения и равенство силы нормального давления груза на плоскость весу груза.

2. При абсолютно упругом лобовом столкновении одинаковых грузов, как следует из законов сохранения механической энергии и импульса, грузы обмениваются скоростями: левый

$$\frac{mv^2}{2}.$$

останавливается, а правый приобретает скорость  $v$  и кинетическую энергию

3. При дальнейшем скольжении правого груза эта энергия расходуется на работу против силы трения:  $\frac{mv^2}{2} = \mu mgl$ , откуда с учётом выражения для  $\frac{mv^2}{2}$  получаем,

$$l = \frac{mv_0^2 - kL^2 - 2\mu mgL}{2\mu mg}.$$

что Полученный ответ справедлив при выполнении

$$\frac{mv_0^2}{2} > \frac{kL^2}{2} + \mu mgL,$$

условия которое заведомо справедливо потому, что, согласно условию задачи, грузы сталкиваются.

$$l = \frac{mv_0^2 - kL^2 - 2\mu mgL}{2\mu mg}.$$

Ответ: