

Анализ результатов  
ГИА-11

**выпускников-2018 года**  
**школ ПУ МОНСО по**

---

**физике**

---

Шепелева О.И  
oshepeleva1966@mail.ru

## Участники ЕГЭ ФИЗИКА

Общее количество	Число участников ЕГЭ-2018	Число участников ЕГЭ-2017
Поволжского округа	246(38,7 %)	276 (44,1%)
Россия	150650(23%)	155281(21%)

# Изменения в КИМ ЕГЭ-2018

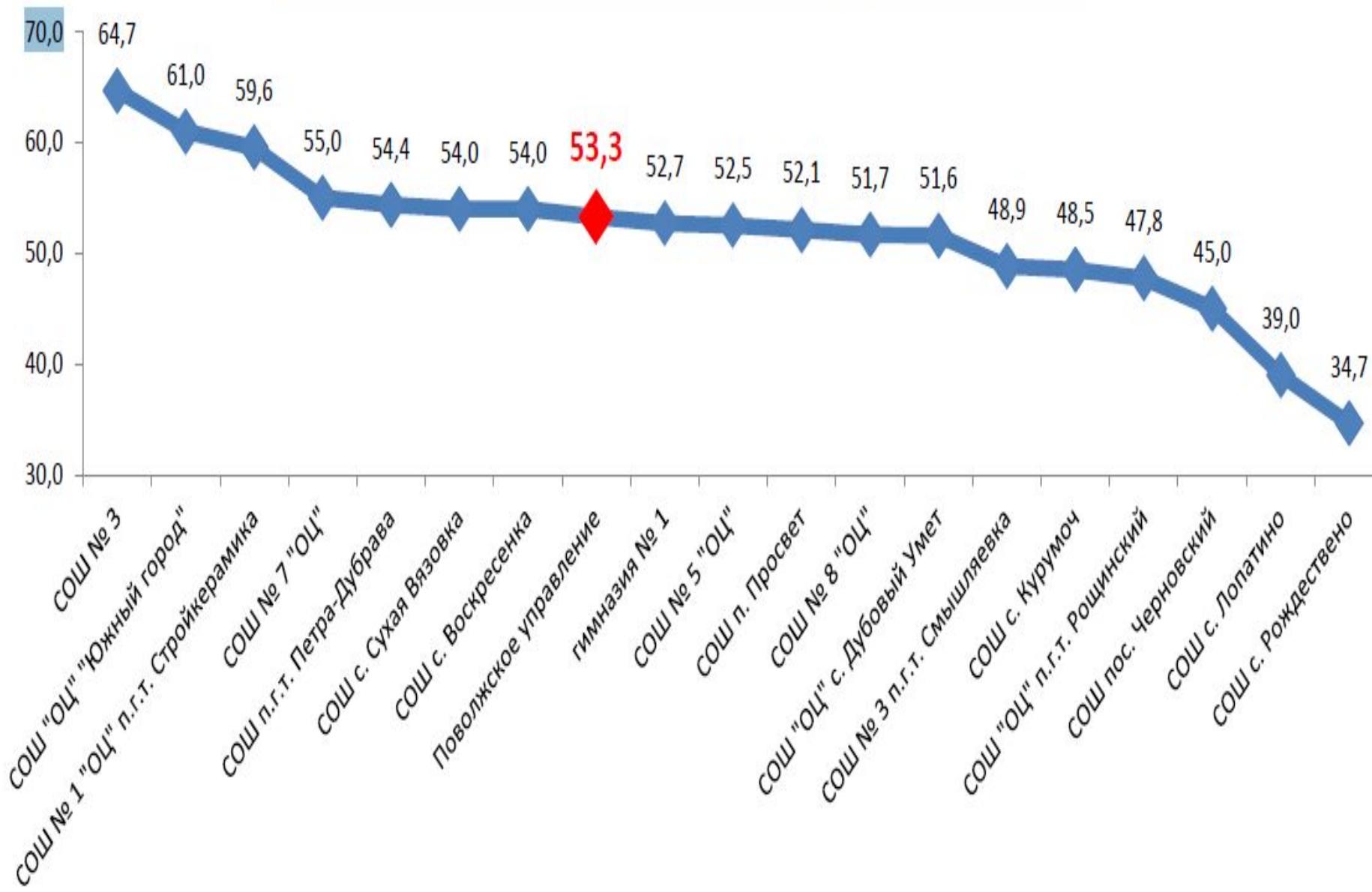
- Добавлена тема «Элементы астрофизики»
- (задание 24 - на использование различных табличных данных об объектах Солнечной системы , звездах или диаграммы Герцшпрunga – Рессела)
- Число заданий увеличено до 32
- Максимальный первичный балл увеличен с 50 до 52 баллов
- Минимальная граница увеличена с 9 до 11 первичных баллов

# ЕГЭ-2018. Общие результаты

**✓** **Минимальная граница:** первичный балл – 11 баллов; тестовая шкала (100-балльная) – 36 баллов. **Не достигли минимальной границы – 2,4% -6 чел.(2017-1,1% -3 чел.)**

Средний тестовый балл	2018 г.	2017 г.
Поволжское управление	53,3	51,6
Самарская область	53,5	55,5
Россия	53,22	55,16
	2018 г.	2017 г.
Доля высокобалльников 81-100 баллов	11 чел (96 б. максимум ГБОУ СОШ № 3)	23 чел

## ФИЗИКА. Рейтинг ОО на основе среднего балла



ЕГЭ 2018 (физика). Решаемость заданий **базового** уровня  
сложности выпускниками 11-х классов ОО Поволжского  
Управления в сравнении с «коридором» ожидаемой  
решаемости



**Планируемая разработчиками КИМ решаемость заданий базового уровня сложности составляет 60-90%, повышенного – 40-60%, высокого – менее 40%.**

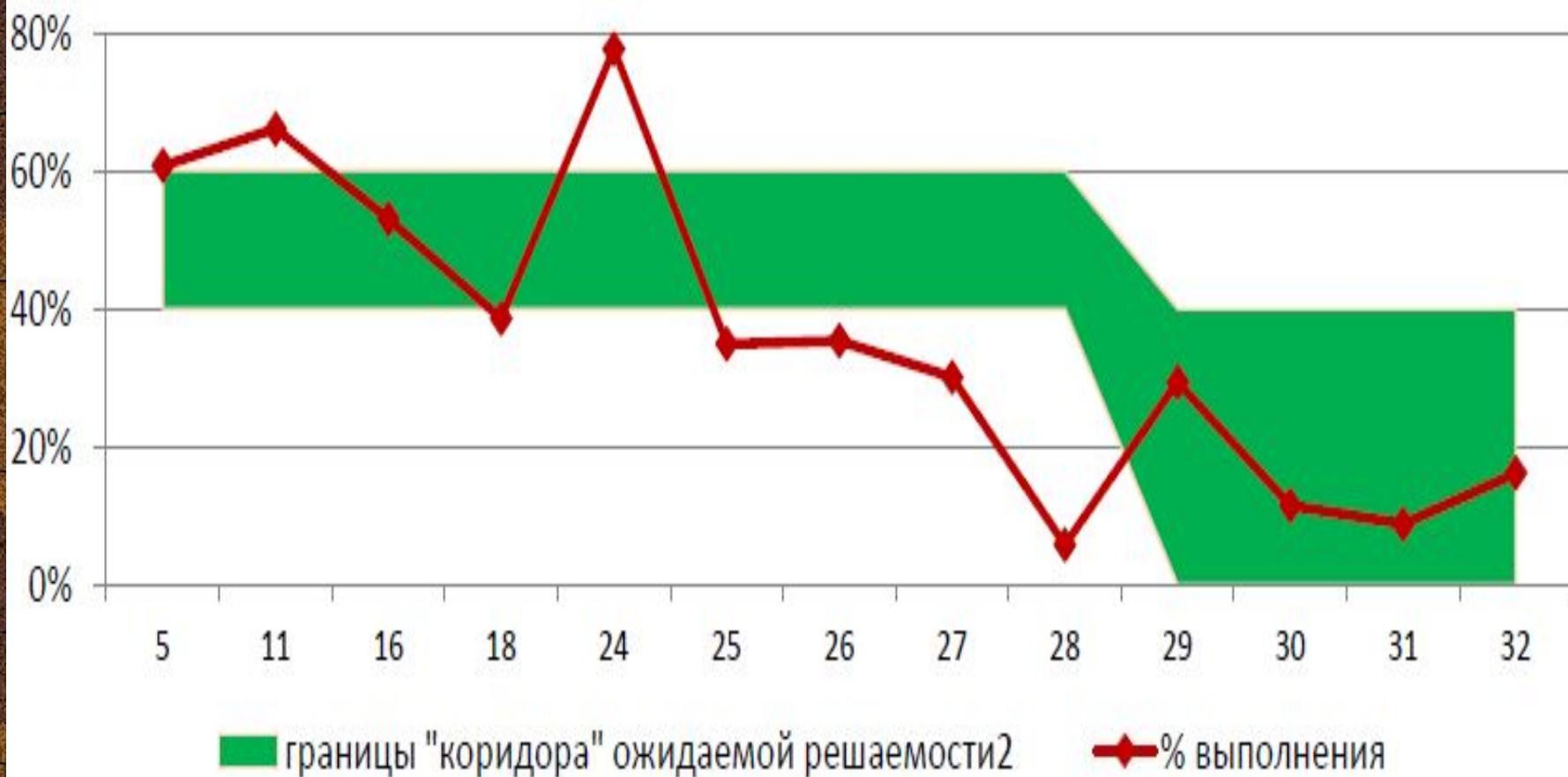
**4. Условие равновесия твердого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук.**

**10. Относительная влажность воздуха, количество теплоты.**

**14. Закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, конденсатор, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа тока, закон Джоуля – Ленца.**

**15. Поток вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током, колебательный контур, законы отражения и преломления света, ход лучей в линзе.**

**ЕГЭ 2018 (физика). Решаемость заданий повышенного и высокого уровня сложности выпускниками 11-х классов ОО Поволжского Управления в сравнении с «коридором» ожидаемой решаемости**



# Результаты выполнения групп заданий по разделам

---

Раздел курса физики	Средний % выполнения по группам заданий
Механика	60,8%
МКТ и термодинамика	53,3%
Электродинамика	49,9%
Квантовая физика	60,3%

# Владение понятийным аппаратом. Высокие результаты выполнения заданий

---

*Примеры со средним процентом выполнения - 75%*

- *второго закона Ньютона, закона сохранения механической энергии;*
- *знание формул силы упругости, потенциальной энергии тела в поле тяжести Земли, скорости звука;*
- *понимание зависимости средней кинетической энергии теплового движения молекул от температуры;*
- *знание основного уравнения МКТ, уравнения состояния идеального газа, первого закона термодинамики, КПД тепловой машины, формул силы тока, понимание закона отражения света, закона радиоактивного распада.*

## Владение понятийным аппаратом. Проблемные задания (формулы и законы)

### Пример 1- 47%

*Кирпич массой 4 кг лежит на горизонтальной кладке стены, покрытой раствором, оказывая на неё давление 1250 Па. Какова площадь грани, на которой лежит кирпич?*

*Ответ: 320 см<sup>2</sup>*

### Пример 2- 36%

*Одинаковые отрицательные точечные заряды, модуль которых  $2 \cdot 10^{-8}$  Кл, расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль сил взаимодействия этих зарядов друг с другом.*

*Ответ: 0,4 мкН*

## Владение понятийным аппаратом.

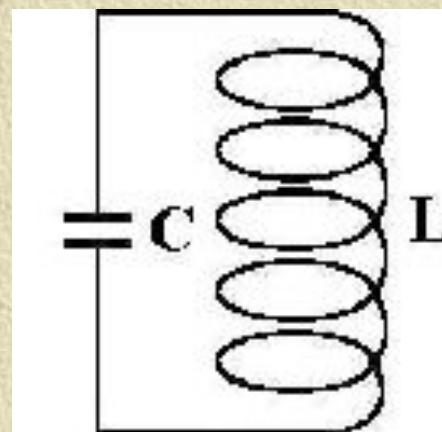
Проблемные задания: определение периода колебаний колебательного контура с использованием формулы для изменения напряжения на обкладках конденсатора

Пример 3- 54% *В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону*

$$U = U_0 \cos \omega t, \text{ где } U_0 = 5 \text{ В, } \omega = 1000\pi \text{ с}^{-1}.$$

*Определите период колебаний напряжения на конденсаторе.*

*Ответ: 0,002 с<sup>-1</sup>.*



Графики плавления и кипения вещества, по которым необходимо было определить удельную теплоту плавления/парообразования.

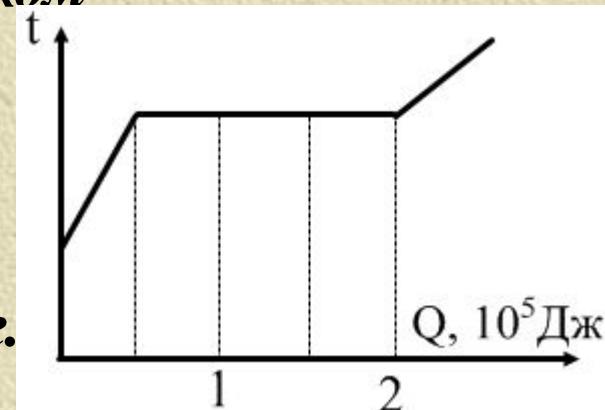
Пример 4- 40%

*Вещество массой 0,5 кг находится в сосуде под поршнем. На рисунке показан график изменения температуры  $t$  вещества по мере поглощения им теплоты  $Q$ .*

*Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?*

*Ответ: 300 кДж/кг*

кДж/кг.

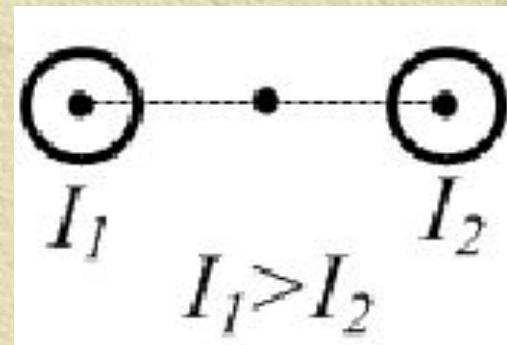


# Определение результирующего вектора магнитной индукции двух прямых проводников с током.

Пример 5 – 48%

*На рисунке показаны сечения двух параллельных длинных прямых проводников и направления токов в них. Сила тока  $I_1$  в первом проводнике больше силы тока  $I_2$  во втором. Куда направлен относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор индукции магнитного поля этих проводников в точке A, расположенной точно посередине между проводниками? Ответ запишите словом (словами).*

*Ответ: вверх.*



*Анализ и объяснение явлений и процессов* (анализ изменения физических величин, характеризующих протекание тока в цепи)

**Пример 6 – 40%**

*На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС, два резистора и реостат.*

*Сопротивления резисторов  $R_1$  и  $R_2$  одинаковы и равны  $R$ .*

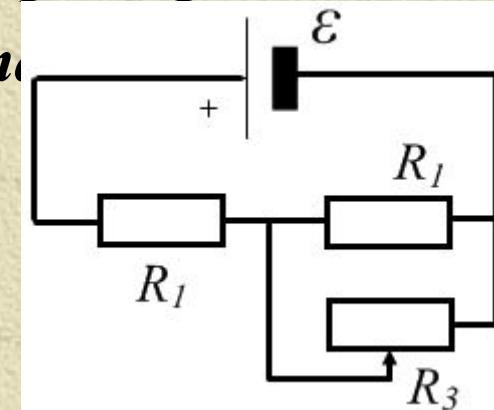
*Сопротивление реостата  $R_3$  можно менять. Как изменяется напряжение на резисторе  $R_2$  и суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи, если уменьшить сопротивление реостата от  $R$  до 0?*

*Внутренним сопротивлением источника пренебречь.*

*Для каждой величины определите характер изменения:*

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

*Ответ: 21*



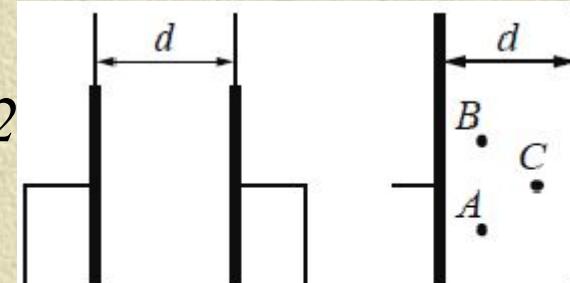
## Пример 7 – (1 балл – 66%; 2 балла – 14%)

Две параллельные металлические пластины больших размеров расположены на расстоянии  $d$  друг от друга и подключены к источнику постоянного напряжения **рисунок 1.**

Пластины закрепили на изолирующих подставках и спустя длительное время отключили от источника (рисунок 2).

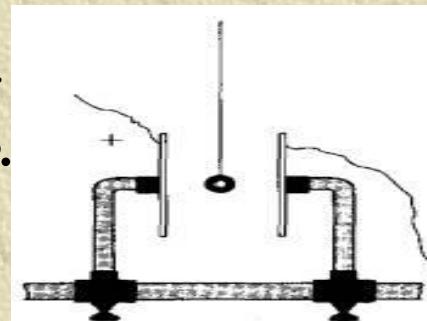
Выберите два правильных утверждения.

- 1) Если уменьшить расстояние между пластинами  $d$ , то заряд правой пластины не изменится.
- 2) Если увеличить расстояние между пластинами  $d$ , то напряжённость электрического поля в точке С не изменится.
- 3) Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия электрического поля конденсатора останется неизменной.
- 4) Напряжённость электрического поля в точке А больше, чем в точке. Ответ: 12



Пример 8 (1 балл – 53%; 2 балла – 27%) Для оценки заряда, накопленного воздушным конденсатором, можно использовать устройство, изображённое на рисунке: лёгкий шарик из оловянной фольги подвешен на изолирующей нити между двумя пластинами конденсатора, при этом одна из пластин заземлена, а другая заряжена положительно. Когда устройство собрано, а конденсатор заряжен (и отсоединен от источника), шарик приходит в колебательное движение, касаясь поочерёдно обеих пластин. Выберите два верных утверждения, соответствующие колебательному движению шарика после первого касания пластины.

- 1) По мере колебаний шарика напряжение между пластинами конденсатора уменьшается.
- 2) При движении шарика к положительно заряженной пластине его заряд равен нулю, а при движении к заземлённой пластине – положителен.
- 3) При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен положительно, а при движении к положительно заряженной пластине – отрицательно.
- 4) При движении шарика к заземлённой пластине он заряжен отрицательно, а при движении к положительно заряженной пластине – положительно.
- 5) По мере колебаний шарика электрическая емкость конденсатора уменьшается. Ответ: 13



## *Методологические умения*

**Пример 9. Задание 22 – 35%**

***Чему равна сила тока в лампочке***

***(см. рисунок), если***

***погрешность***

***прямого измерения силы***

***тока амперметром на***

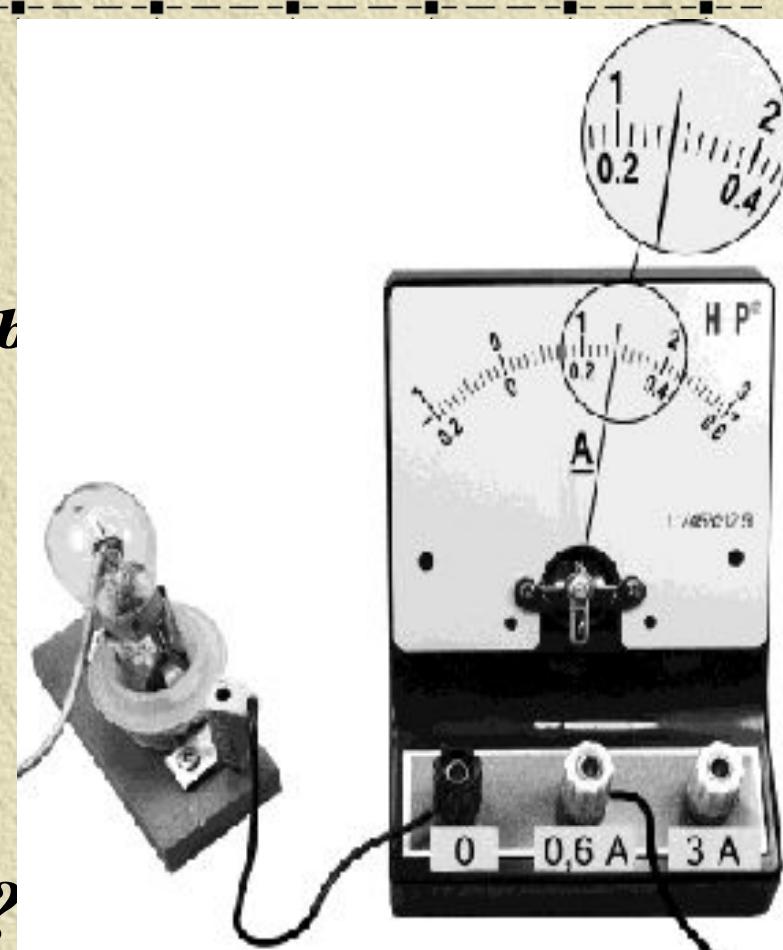
***пределе измерения 3 А***

***равна  $\Delta I_1 = 0,15 \text{ А}$ ,***

***а на пределе измерения***

***0,6 А равна  $\Delta I_2 = 0,03 \text{ А}$ ?***

***Ответ: 0,280,03***



# *Решение задач*

## *Пример 10*

---

### **Задание 26-35%**

*Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой, а в качестве холодильника – сосуд со льдом при  $0^{\circ}\text{C}$ . При совершении машиной работы 1 МДж расстало 12,1 кг льда. Определите температуру воды в резервуаре. Ответ округлите до целых.*

*Ответ: 341 К*

## Задание 27 – 10%

### Пример 11

*Лазер излучает в импульсе  $10^{19}$  световых квантов. Средняя мощность импульса лазера  $1100$  Вт при длительности вспышки  $3 \cdot 10^{-3}$  с. Определите длину волны излучения лазера. Ответ выразите в микрометрах.*

*Ответ: 0,6 мкм*

## **Затруднения при решении качественных задач**

- изменение вида изображения предмета в линзе при условии, что часть линзы закрыли экраном (13,0%)**  
-----
- изменение показаний приборов в электрической цепи (по фотографии цепи) при изменении сопротивления реостата (11,5 %);**
- изменение величины и направления тока в цепи постоянного тока, содержащей параллельно соединенные резистор и катушку индуктивности ( 7,0 %);**
- определение направления индукционного тока в катушке при изменении силы тока в другой катушке при условии, что обе катушки помещены на одном железном сердечнике (9,6 %);**
- определение направление результирующей силы Ампера, действующей на рамку в изменяющемся внешнем магнитном поле и поле прямого тока (5,2 %).**

## Задание 28. Пример 12-5,2 %

Параллельно катушке индуктивности  $L$  включена лампочка (см. рис. 1). Яркость свечения лампочки прямо пропорциональна напряжению на ней.

На рисунке 2 представлен график зависимости силы тока  $I$  в катушке от времени  $t$ . Сопротивлением катушки пренебречь. Опираясь на законы физики, изобразите график зависимости яркости свечения лампочки от времени.

Ответ: (справились 5,2 %)

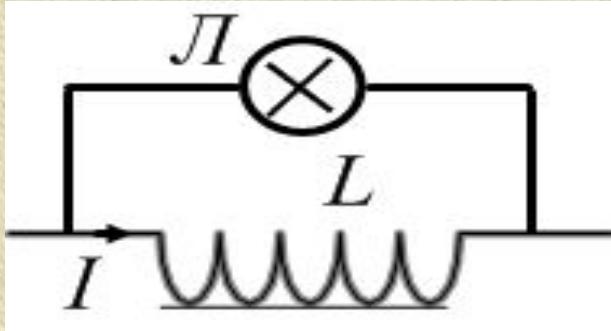


рис. 1

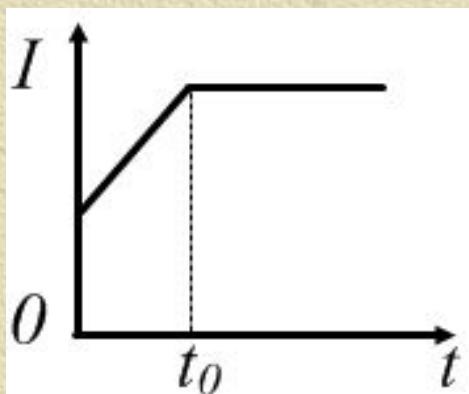


рис. 2



## Задание 29 – 16 %

*Маленький шар массой  $M = 250$  г, висящий на нити длиной  $l = 50$  см, попадает и застревает в нём горизонтально летящая пуля массой  $m = 10$  г. При какой минимальной скорости пули шар после этого совершил полный оборот в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь. Ответ: 130 м/с*

Верно записывали закон сохранения импульса и закон сохранения энергии, но не осознавали условия «минимальной скорости совершения полного оборота», а именно не указывали условия равенства нулю силы натяжения нити в верхней точки траектории и неверно определяли скорость в верхней точке.

**Задание 30 - 9,8 %. Воздушный шар, оболочка которого имеет массу  $M = 145$  кг и объем  $V = 230$  м<sup>3</sup>, наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха  $t_0 = 0$  °C.**

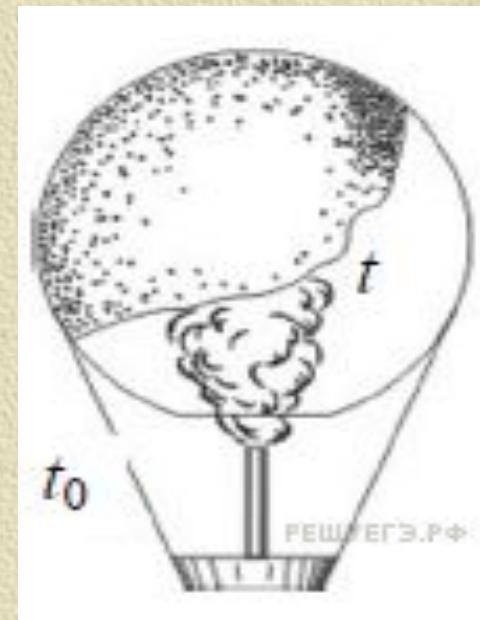
---

**Какую минимальную температуру  $t$  должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься?**

**Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.**

**Ответ: 265 °C.**

Основная ошибка – непонимание того, что давление внутри шара с отверстием в нижней части равно атмосферному давлению.

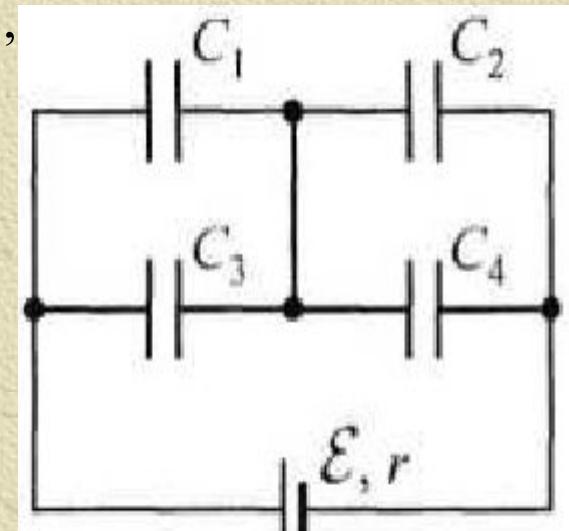


**Задание 31 – 3 %. Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью  $C_1 = 2C$ ,  $C_2 = C$ ,  $C_3 = 4C$  и  $C_4 = 2C$  подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС и внутренним сопротивлением  $r$  (см. рисунок).**

**На сколько и как изменится общая энергия, запасённая в батарее, если в конденсаторе  $C_3$  возникнет пробой?**

Кроме применения формул для расчета электроемкости последовательно и параллельно соединенных конденсаторов и выражения для энергии заряженного конденсатора, необходимо понимать, что происходит в цепи при пробое одного из конденсаторов.

В данном случае, если в конденсаторе  $C_3$  возникнет пробой, это эквивалентно короткому замыканию пары  $C_1$  и  $C_3$ , а энергия, запасенная в батарее, будет определяться энергией параллельно соединенных конденсаторов  $C_2$  и  $C_4$ .

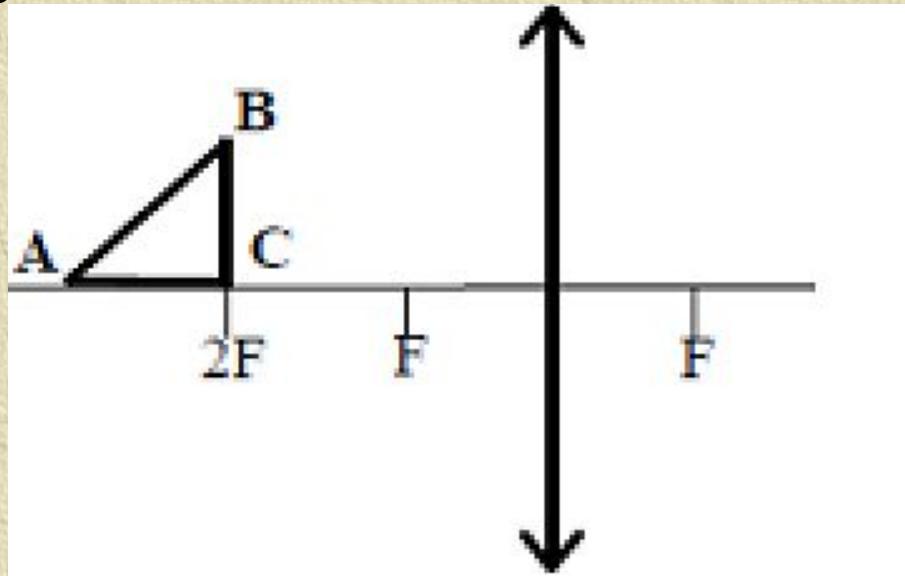


**Задание 32 – 14 %. Равнобедренный прямоугольный треугольник  $ABC$  расположен перед тонкой линзой оптической силой 2,5 дптр так, что его катет  $AC$  лежит на главной оптической оси линзы.**

---

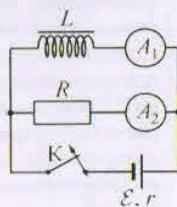
*Вершина прямого угла  $C$  лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла  $A$ . Расстояние от центра линзы до точки  $C$  равно удвоенному фокусному расстоянию линзы,  $AC = 4$  см (см. рис).*

*Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.*



## Критерии оценивания заданий с развернутым ответом

ор  $R$  и катушка индуктивности  $L$  с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ  $K$  замкнут, показания амперметров  $A_1$  и  $A_2$  равны, соответственно,  $I_1 = 0,1$  А и  $I_2 = 1$  А. Что произойдёт с величиной и направлением тока через резистор после размыкания ключа  $K$ ? Ответ дайте, указав, какие явления и законы Вы использовали для объяснения.



## Возможное решение

Благодаря явлению самоиндукции ток в катушке меняется медленно. После размыкания ключа  $K$  ток через катушку  $L$  является током в образовавшейся открытой цепи и медленно уменьшается со значения  $I_1$  до нуля.

После размыкания ключа  $K$  резистор и катушка соединены последовательно, поэтому ток через резистор станет таким же, как ток в катушке, т.е. изменит направление на противоположное и быстро достигнет значения около 0,1 А. Затем ток уменьшается до 0.

Ответ: Ток через резистор после размыкания ключа  $K$  меняет направление на противоположное и быстро достигает значения около 0,1 А. Затем ток уменьшается до 0.

Критерии оценивания выполнения задания

Представлено полное правильное решение, включающее правильный анализ явлений и законов (в данном случае: явление самоиндукции, одинаковость тока в катушке и резисторе), а также обоснование правильности полученного результата (в данном случае: явление самоиндукции, одинаковость тока в катушке и резисторе)

Баллы

3

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.

В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)

И (ИЛИ)

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).

И (ИЛИ)

В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.

Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.

Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.

ИЛИ

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.

ИЛИ

Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

Максимальный балл

2

На горизонтальном столе лежит деревянный брускок. Коэффициент трения между поверхностью стола и бруском  $\mu = 0,1$ . Если приложить к брускоку силу, направленную вверх под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту, то брускок будет двигаться по столу равномерно прямолинейно. С каким ускорением будет двигаться этот брускок по столу, если приложить к нему такую же по модулю силу, направленную вверх под углом  $\beta = 30^\circ$  к горизонту? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брускок.

## Возможное решение

1. Обозначим массу бруска  $m$ , а модуль прикладываемой к нему силы  $F$ . На брускок при его движении, помимо силы  $F$ , действуют сила тяжести  $mg$ , нормальная составляющая силы реакции опоры  $\vec{N}$  и сила сухого трения  $\vec{F}_{tr}$  ( $F_{tr} = \mu N$ ). Запишем второй закон Ньютона,

проецировав все действующие на брускок силы на направление движения брускока и на нормаль к столу. При равномерном прямолинейном движении брускока получаем:

$$F \cos \alpha = \mu N; \quad mg = F \sin \alpha + N.$$

Отсюда:  $N = mg - F \sin \alpha$  и  $F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$ .

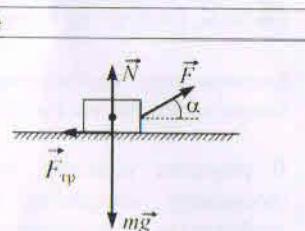
2. При равноускоренном движении брускока система уравнений имеет следующий вид:

$$ma = F \cos \beta - \mu N_1; \quad mg = F \sin \beta + N_1,$$

где  $N_1$  – модуль нормальной составляющей силы реакции стола во втором случае. Из этих уравнений имеем:  $N_1 = mg - F \sin \beta$  и  $a = \frac{F(\cos \beta + \mu \sin \beta)}{m} - \mu g$ . Подставляя сюда выражение для  $F$ , найдём:

$$a = \frac{\mu g(\cos \beta + \mu \sin \beta)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} - \mu g = \mu g \left( \frac{\cos \beta + \mu \sin \beta}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} - 1 \right) = \\ = 0,1 \cdot 10 \left( \frac{\cos 30^\circ + 0,1 \sin 30^\circ}{\cos 45^\circ + 0,1 \sin 45^\circ} - 1 \right) = 0,2 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $a = 0,2 \text{ м/с}^2$



## Критерии оценивания выполнения задания

## Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  
 1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй закон Ньютона для двух случаев движения бруска, формула расчёта силы

## Критерии оценивания заданий с развернутым ответом

II) сделан правильный рисунок;

III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);

IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

## И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).

## И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.

## И (ИЛИ)

Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.

Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.

## ИЛИ

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

## ИЛИ

В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

0

Максимальный балл

3

Воздушный шар, оболочка которого имеет массу  $M = 145$  кг и объём  $V = 230 \text{ м}^3$ , наполняется при нормальном атмосферном давлении горячим воздухом, нагретым до температуры  $t = 265^\circ\text{C}$ . Определите максимальную температуру  $t_0$  окружающего воздуха, при которой шар начнёт подниматься. Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



#### Возможное решение

Условие, соответствующее подъёму шара:  $F_{\text{вн}} \geq Mg + mg$ ,

где  $M$  – масса оболочки,  $m$  – масса воздуха внутри оболочки, или

$$\rho_0 g V \geq Mg + \rho g V \Rightarrow \rho_0 V \geq M + \rho V,$$

где  $\rho_0$  – плотность окружающего воздуха,  $\rho$  – плотность воздуха внутри оболочки,  $V$  – объём шара.

Для воздуха внутри шара:  $\frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu} R$ , или  $\frac{m}{V} = \frac{p \cdot \mu}{R \cdot T} = \rho$ , где  $p$  – атмосферное давление,  $T$  – температура воздуха внутри шара. Соответственно, плотность воздуха снаружи:  $\rho_0 = \frac{\mu p}{R T_0}$ , где  $T_0$  – температура окружающего воздуха.

$$\frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_0} \geq M + \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T} \Rightarrow \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T} = \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_{0\max}} - M \Rightarrow \frac{1}{T_{0\max}} = \frac{1}{T} + \frac{M \cdot R}{p \cdot \mu \cdot V}$$
$$T_{0\max} = \frac{\mu p V T}{\mu p V + M R T} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5 \cdot 230 \cdot 538}{29 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5 \cdot 230 + 145 \cdot 8.31 \cdot 538} \approx 273 \text{ K} = 0^\circ\text{C}.$$

Ответ:  $T_{0\max} = 273 \text{ K} = 0^\circ\text{C}$

#### Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

3

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: выражение для силы Архимеда, связь массы и плотности, уравнение Менделеева – Клапейрона, условие подъёма шара);

II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ; обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);

III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

#### И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).

#### И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.

#### И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.

Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.

#### ИЛИ

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

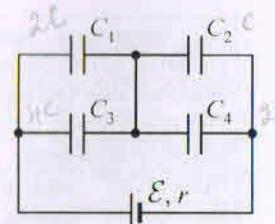
#### ИЛИ

В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

Максимальный балл

батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью  $C_1 = 2C$ ,  $C_2 = C$ ,  $C_3 = 4C$  и  $C_4 = 2C$  подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  (см. рисунок). На сколько и как изменится общая энергия, запасённая в батарее, если в конденсаторе  $C_4$  возникнет пробой?



#### Возможное решение

батареи конденсаторы  $C_1$  и  $C_3$ ,  $C_2$  и  $C_4$  соединены в пары параллельно, а получившиеся пары – последовательно. Значит, общая электроёмкость системы равна

$$C_0 = \frac{C_{13} \cdot C_{24}}{C_{13} + C_{24}} = \frac{(C_1 + C_3) \cdot (C_2 + C_4)}{C_1 + C_3 + C_2 + C_4} = \frac{(2C + 4C) \cdot (C + 2C)}{2C + 4C + C + 2C} = 2C.$$

Энергия батареи конденсаторов в начальном состоянии равна  $W_{\text{нап}} = \frac{C_0 \mathcal{E}^2}{2} = \frac{2C \mathcal{E}^2}{2} = C \mathcal{E}^2$ .

Если в конденсаторе  $C_4$  возникнет пробой, это эквивалентно короткому замыканию пары  $C_2$  и  $C_4$ . В этом случае общая электроёмкость батареи равна  $C_{13} = C_1 + C_3 = 6C$ , а энергия, запасённая в батарее,

$$W_{\text{кон}} = \frac{C_{13} \mathcal{E}^2}{2} = \frac{6C \mathcal{E}^2}{2} = 3C \mathcal{E}^2.$$

Таким образом, при пробое конденсатора  $C_4$  энергия батареи увеличится на  $W = W_{\text{кон}} - W_{\text{нап}} = 3C \mathcal{E}^2 - C \mathcal{E}^2 = 2C \mathcal{E}^2$ .

Ответ:  $\Delta W = 2C \mathcal{E}^2$

#### Критерии оценивания выполнения задания

Представлено полное решение, включающее следующие элементы:

– записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формулы расчета электроёмкости последовательно и параллельно соединённых конденсаторов, выражение для энергии заряженного конденсатора);

– описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, заданных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при записи физических законов);

– проведены необходимые математические преобразования и счёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

– представлен правильный ответ

Баллы

3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

#### И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).

#### И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.

#### И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.

Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.

#### ИЛИ

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

#### ИЛИ

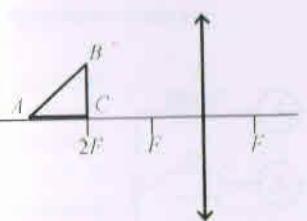
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

Максимальный балл

32

Равнобедренный прямоугольный треугольник  $ABC$  расположен перед тонкой линзой оптической силой  $2.5$  дптр так, что его катет  $AC$  лежит на главной оптической оси линзы. Вершина прямого угла  $C$  лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла  $A$ . Расстояние от центра линзы до точки  $C$  равно удвоенному фокусному расстоянию линзы,  $AC = 4$  см (см. рисунок). Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



## Возможное решение

Длину  $x$  горизонтального катета  $A'C'$  изображения находим по формуле линзы:

$$\frac{1}{2F+a} + \frac{1}{2F-x} = \frac{1}{F} \quad (\text{где } a = AC),$$

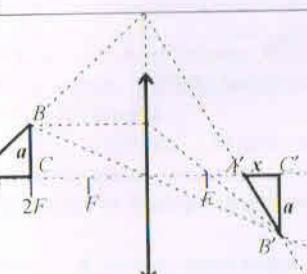
$$\text{откуда } x = \frac{aF}{F+a} = \frac{a}{1+aD},$$

Длина вертикального катета  $B'C'$  изображения равна  $a$ , так как для него  $d = f = 2F$ .

Площадь изображения

$$S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2(1+aD)} = \frac{(0.04)^2}{2 \cdot (1+0.04 \cdot 2.5)} = 7.3 \text{ см}^2.$$

Ответ:  $S_1 = 7.3 \text{ см}^2$



## Критерии оценивания выполнения задания

## Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

3

I) записаны положения теории и физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: определение оптической силы линзы, формула тонкой линзы, формула площади треугольника);

II) построено изображение треугольника в линзе;

III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условиях задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);

IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

Правильно записаны все необходимые положения физических законов, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из сформулированных недостатков.

Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют.

## И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в сформулированные требования (возможно, неверные), которые не отделены от решений (зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).

## И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях или вычислениях пропущены логически важные шаги.

## И (ИЛИ)

Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе записи единиц измерения величины)

Представлены записи, соответствующие одному из сформулированных случаев.

Представлены только положения и формулы, выведенные из физических законов, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.

## ИЛИ

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования, имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

## ИЛИ

В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), имеется ошибка, но присутствуют логически верные преобразования, имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

## ИЛИ

Приведён только верный рисунок, демонстрирующий изображения треугольника в линзе

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

Максимум

# Источники

---

- 1. СТАТИСТИЧЕСКИЕ И МОНИТОРИНГОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА НА ТЕРРИТОРИИ ПОВОЛЖСКОГО ОКРУГА**
- 2. М.Ю. Демидова МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2018 года по ФИЗИКЕ.**