

**Результаты ЕГЭ по физике  
2017 года и изменения в  
КИМ - 2018**

Санкт-Петербург, 2017 год

©И. Ю. Лебедева

# Структура экзаменационной работы 2017 года в сравнении с другими годами

Тип задания	Кол-во заданий		
	2015, 2016	2017	2018
С выбором ответа	9	-	-
С кратким ответом	18	26	27
С развернутым ответом	5	5	5
	32	31	32

# Проценты выполнения:

- **1 балл:** **средний процент выполнения** – *процент экзаменуемых, выполнивших задание*
- **2 балла:** **обобщенный процент выполнения** - *отношение суммы баллов, набранной всеми учащимися, к максимальной сумме баллов по заданию*

# Проценты выполнения:

- **3 балла:**

Задания второй части экзаменационной работы, требующие развёрнутого ответа, считались выполненными, если за них поставлены 2 или 3 балла – *процент экзаменуемых, набравших 2 и 3 балла*

## 1 часть работы

типология заданий - задания с самостоятельной записью

ответа: число

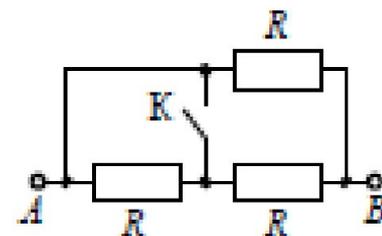
2017 год - 10 заданий Б

2018 год – 10 заданий Б

### Пример 4

На сколько уменьшится сопротивление участка цепи  $AB$ , изображённого на рисунке, после замыкания ключа  $K$ , если сопротивление каждого резистора  $R = 6 \text{ Ом}$ ?

Ответ: на 1 Ом.



Целое положительное или отрицательное число  
или конечная дробь!

## 1 часть работы

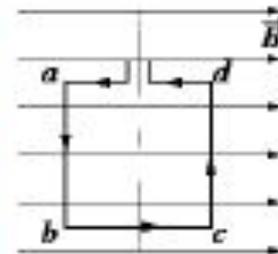
типология заданий - задания с самостоятельной записью  
ответа: слово

2017 год - 1 задание Б

2018 год – 1 задание Б

Пример 10 (средний процент выполнения – 50)

Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) сила, действующая на сторону  $ab$  рамки со стороны внешнего магнитного поля  $\vec{B}$ ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: к наблюдателю.

# 1 часть работы

ТИПОЛОГИЯ ЗАДАНИЙ - задания с самостоятельной записью

ответа: числовой код

2017 год - 1 задание Б

2018 год – 1 задание Б

19

Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре  ${}^{60}_{27}\text{Co}$ ?

Число протонов	Число нейтронов

19

В результате ядерной реакции деляния урана  ${}^1_0\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^{136}_{56}\text{Ba} + 3{}^1_0\text{n}$  образуется ядро неизвестного элемента  ${}^A_Z\text{X}$ . Каковы заряд образованного ядра  $Z$  (в единицах элементарного заряда) и его массовое число  $A$ ?

Заряд ядра $Z$	Массовое число ядра $A$

## 1 часть работы

типология заданий - задания с самостоятельной записью

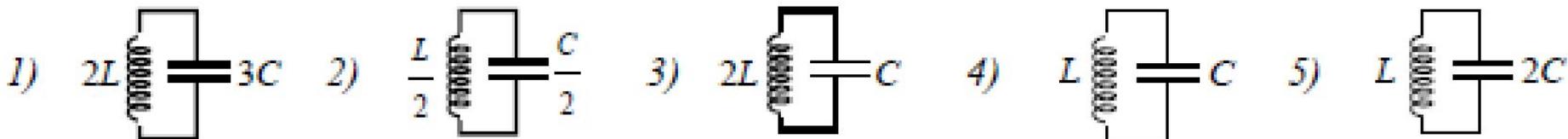
ответа: числовой код

2017 год - 1 задание Б

2018 год – 1 задание Б

Пример 12 (средний процент выполнения – 53)

Ученику необходимо обнаружить зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от индуктивности катушки. Какие два колебательных контура он должен выбрать для проведения такого опыта?



Запишите в таблицу номера выбранных колебательных контуров.

Ответ: 

3	4
---	---

## 1 часть работы

типология заданий - задания с самостоятельной записью

ответа: два числа

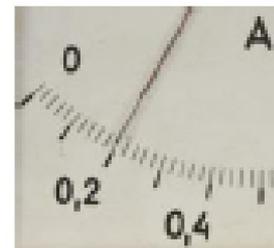
2017 год - 1 задание Б

2018 год – 1 задание Б

*Пример 11 (средний процент выполнения – 79)*

*Определите показания амперметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.*

*Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) А.*



**Ответ: 0,20±0,02**

# 1 часть работы

типология заданий - задания с кратким ответом

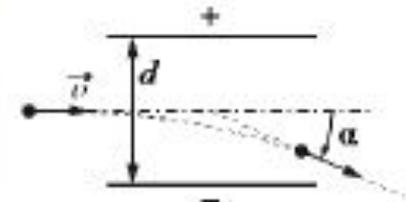
изменение величин в процессах

2017 год – 2-4 задания Б или П

2018 год – 2-4 задания Б

Пример 6 (средний процент выполнения – 35)

Протон, движущийся в вакууме со скоростью  $v \ll c$ , пролетает между пластинами заряженного конденсатора так, как показано на рисунке. Как изменится кинетическая энергия вылетевшей частицы и время пролёта конденсатора, если уменьшится напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



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

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

Кинетическая энергия вылетевшей частицы	Время пролёта конденсатора
2	3

# 1 часть работы

ТИПОЛОГИЯ ЗАДАНИЙ - задания с кратким ответом на

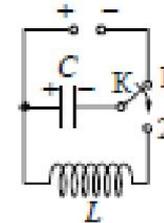
СООТВЕТСТВИЕ МНОЖЕСТВ:

2017 год – 2-4 задания Б или П

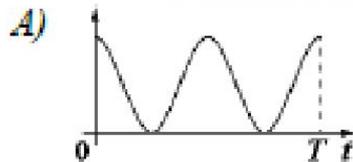
2018 год – 2-4 задания Б или П

Пример 5 (средний процент выполнения - 42)

Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент  $t = 0$  переключатель  $K$  переводят из положения 1 в положение 2. Графики  $A$  и  $B$  представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. ( $T$  – период электромагнитных колебаний в контуре.) Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

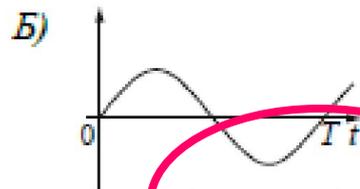


## ГРАФИКИ



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) энергия электрического поля конденсатора
- 2) энергия магнитного поля катушки
- 3) сила тока в катушке
- 4) заряд левой обкладки конденсатора



Ответ:

А	Б
1	3

# 1 часть работы

## типология заданий - задания с множественным выбором

2017 год – 3 задания Б или П

2018 год – 4 задания П

Пример 9 (средний процент выполнения – 39)

При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занёс в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие два из утверждений, приведённых ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

№ состояния	1	2	3	4	5	6	7
$p$ , кПа	100	90	75	50	55	75	100
$t$ , °C	27	27	27	27	57	177	327

- 1) В состояниях 4–7 объём газа был одинаковым.
- 2) Объём газа в состоянии 4 в 2 раза меньше объёма газа в состоянии 1.
- 3) Внутренняя энергия газа в состоянии 6 в 3 раза больше, чем в состоянии 5.
- 4) При переходе от состояния 2 к состоянию 3 в ходе изотермического процесса газ получал тепло.
- 5) При переходе от состояния 5 к состоянию 6 в ходе изохорного процесса газ совершал работу.

Ответ:

1 4

# Изменения в кодификаторе

1.2.7 Движение небесных тел и их искусственных спутников.  
Первая космическая скорость:

$$v_{1к} = \sqrt{g_0 R_0} = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$$

Вторая космическая скорость:

$$v_{2к} = \sqrt{2}v_{1к} = \sqrt{\frac{2GM}{R_0}}$$

5.4.1	Солнечная система: планеты земной группы и планеты-гиганты, малые тела Солнечной системы
5.4.2	Звезды: разнообразие звездных характеристик и их закономерности. Источники энергии звезд
5.4.3	Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд
5.4.4	Наша Галактика. Другие галактики. Пространственные масштабы наблюдаемой Вселенной
5.4.5	Современные взгляды на строение и эволюцию Вселенной

# Стандарт 2004 года:

- п. 5.4.1: знать строение Солнечной системы, основные отличия планет земной группы от планет-гигантов и отличительные признаки каждой из планет, понимать причины смены дня и ночи и смены времен года, уметь рассчитывать первую и вторую космические скорости;
- п. 5.4.2: различать спектральные классы звезд, понимать взаимосвязь основных звездных характеристик (температура, цвет, спектральный класс, светимость), уметь пользоваться диаграммой Герцшпрунга–Рассела, различать звезды главной последовательности, белые карлики и гиганты (сверхгиганты);
- п. 5.4.3: знать основные этапы эволюции звезд типа Солнца и массивных звезд, сравнивать продолжительность «жизненного цикла» звезд разной массы, представлять эволюционный путь звезды на диаграмме Герцшпрунга–Рассела;
- п. 5.4.4: знать строение Галактики и основные масштабы нашей Галактики, виды галактик, понимать смысл физических величин: астрономическая единица, парсек, световой год.

Последний пункт (п. 5.4.5) в заданиях 2018 г. проверяться не будет.

# Задание № 24

## Пример 26

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца, а.е.*	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>
Меркурий	0,39	4878	28°	2,97	5,43
Венера	0,72	12 104	3°	7,25	5,25
Земля	1,00	12 756	23°27'	7,89	5,52
Марс	1,52	6794	23°59'	3,55	3,93
Юпитер	5,20	142 800	3°05'	42,1	1,33
Сатурн	9,54	119 900	26°44'	25,0	0,71
Уран	19,19	51 108	82°05'	15,7	1,24
Нептун	30,52	49 493	28°48'	17,5	1,67

\*1 а.е. составляет 150 млн км.

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Сатурн имеет самую маленькую массу из всех планет Солнечной системы.
- 2) На Нептуне не может наблюдаться смена времён года.
- 3) Орбита Марса находится на расстоянии примерно 228 млн км от Солнца.
- 4) Ускорение свободного падения на Юпитере составляет 42,1 м/с<sup>2</sup>.
- 5) Ускорение свободного падения на Уране составляет около 9,6 м/с<sup>2</sup>.

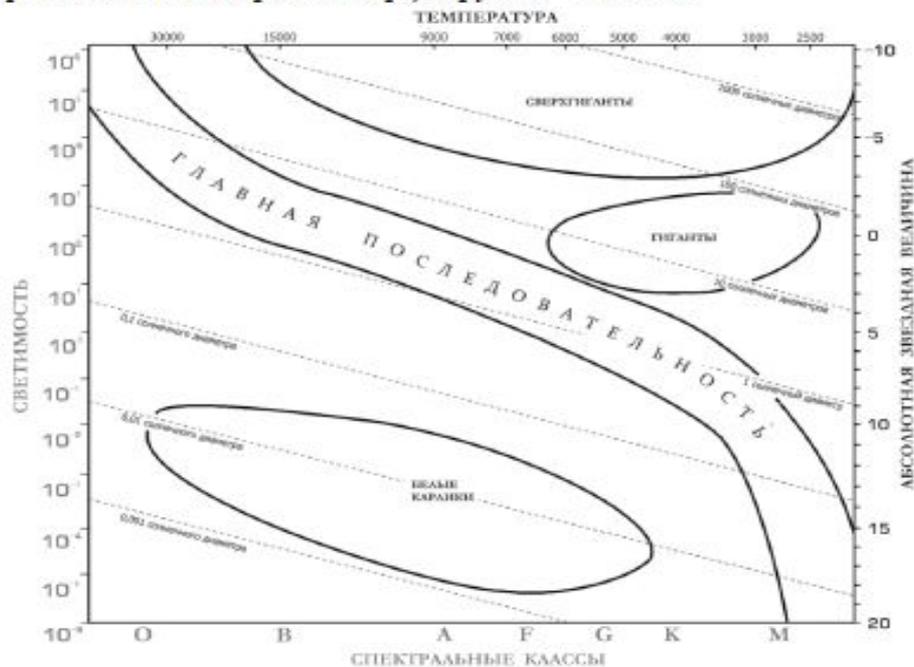
Ответ:

3	5
---	---

# Задание № 24

Пример 27

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



Выберите два утверждения о звёздах, используя данные диаграммы.

- 1) Температура звёзд спектрального класса K в 2 раза выше температуры звёзд спектрального класса A.
- 2) Если радиус звезды в 1000 раз превышает радиус Солнца, то она относится к сверхгигантам.
- 3) Плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов.
- 4) Если звезда имеет температуру поверхности 3300 K, то она относится к звёздам спектрального класса A.
- 5) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса G главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса O главной последовательности.

Ответ: 

2	5
---	---

**В январе в открытом банке (сайт ФИПИ) будут опубликованы все 8 вариантов этого задания**

# Изменения в кодификаторе

- **Добавятся:**

- **В задание 4** – момент силы относительно оси вращения и кинематическое описание гармонических колебаний.
- **В задание 10** – тепловое равновесие и температура, внутренняя энергия одноатомного идеального газа.
- **В задание 13** – направление кулоновских сил.
- **В задание 14** – закон сохранения электрического заряда и связь напряженности поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля.
- **В задание 18** – элементы СТО (формулы из **п.4.2** и **4.3** кодификатора).

# Обратим внимание

4.2

Энергия свободной частицы:  $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ .

Импульс частицы:  $\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ .

4.3

Связь массы и энергии свободной частицы:

$$E^2 - (pc)^2 = (mc^2)^2.$$

Энергия покоя свободной частицы:  $E_0 = mc^2$

# Структура экзаменационной работы **2017 и 2018 годов**

Часть работы	Кол-во заданий		Максимальный первичный балл/ Процент от общего первичного балла	
	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
1	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>32/ 64%</b>	<b>34/ 65%</b>
2	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>18/ 36%</b>	<b>18/ 35%</b>
<b>ИТОГО:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>50</b>	<b>52</b>

# Структура экзаменационной работы **2017 и 2018 годов**

Уровень сложности	Кол-во заданий		Их распределение по частям работы	
	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>Базовый</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>1 часть (18)</b>	<b>1 часть (19)</b>
<b>Повышенный</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>1 часть (5)</b> <b>2 часть (4)</b>	<b>1 часть (5)</b> <b>2 часть (4)</b>
<b>Высокий</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2 часть (4)</b>	<b>2 часть (4)</b>
<b>ИТОГО:</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>32</b>

# Распределение заданий по разделам физики

Раздел	Кол-во заданий	
	2017	2018
Механика	9-11	9-11
МКТ, термодинамика	7-8	7-8
Электродинамика Оптика Основы СТО	9-11	9-11
Квантовая физика и астрофизика	4-5	5-6
Итого	31	32

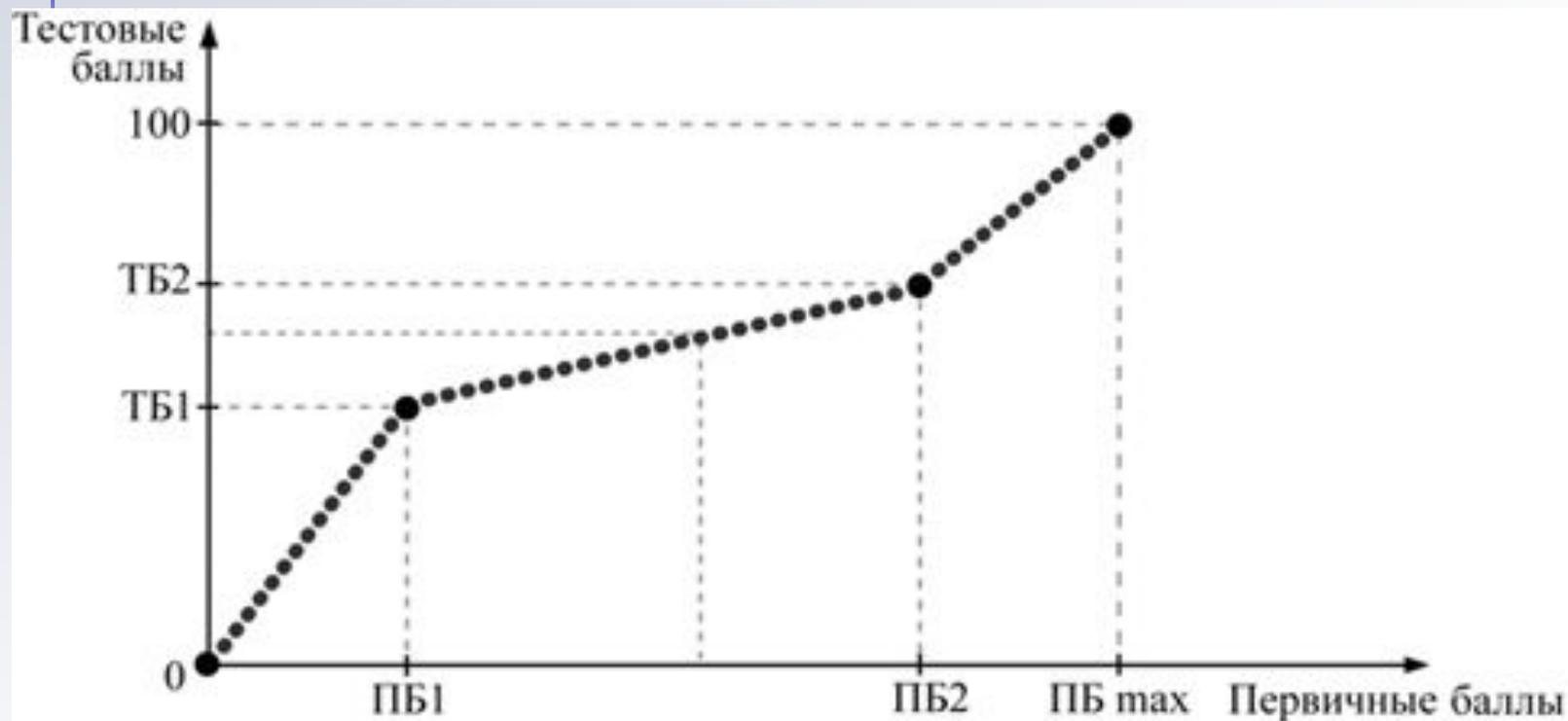
# Распределение заданий по видам деятельности

Виды деятельности	Кол-во заданий	
	2017	2018
Знать-понимать....., описывать/объяснять.....	20-21	20-22
Владение основами методологических знаний и экспериментальными умениями	2	2
Решение задач различного уровня сложности	8 (2 часть)	8 (2 часть)
Использование знаний в повседневной жизни	0-1	0-1
<b>Итого:</b>	<b>31</b>	<b>32</b>

# 2017 - 2018: время выполнения заданий

Тип задания	Время на выполнение заданий в минутах
Краткий ответ	3 - 5
Развернутый ответ	15 – 25/ 15 – 20
Общее время работы	235

# С 2011 года: единая шкала пересчета баллов



# Шкала пересчета баллов – 2018??

6	22	21	48	36	65
7	26	22	49	37	67
8	29	23	50	38	69
9	33	24	51	39	71
10	36	25	52	40	74
11	38	26	53	41	76
12	39	27	54	42	78
13	40	28	55	43	80
14	41	29	56	44	83
15	42	30	57	45	85
16	44	31	58	46	87
17	44	32	59	47	89
18	45	33	60	48	92
19	46	34	61	49	94
20	47	35	62	50	96

# Критерии 2017-2018 года: КЗ

Содержание критерия	Баллы
<p data-bbox="465 454 1456 1229">Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае –.....) и <b>исчерпывающие</b> верные рассуждения с <b>прямым</b> указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – .....</p>	<p data-bbox="1657 458 1715 539"><b>3</b></p>

## Содержание критерия 2017 - 2018

Баллы

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

2

- 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)

## Содержание критерия 2017 - 2018

Баллы

**и (или)**

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

**2**

**и (или)**

В решении имеются **лишние записи, не входящие в решение** (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, в 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 решения

## Содержание критерия 2017 - 2018

Баллы

Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев:

1

Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем 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.

## Содержание критерия 2017 - 2018

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

3

1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае — .....);

2) 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*);

Содержание критерия <b>2017 - 2018</b>	Баллы
<p><b>3) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</b></p> <p><b>4) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</b></p>	<b>3</b>

## Содержание критерия 2017 - 2018

Баллы

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

**1) Записи, соответствующие пункту 2, представлены не в полном объеме или отсутствуют.**

**И (ИЛИ)**

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

**2**

<b>Содержание критерия 2017 - 2018</b>	<b>Баллы</b>
<p><b>И (ИЛИ)</b></p> <p><b>3) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги</b></p> <p><b>И (ИЛИ)</b></p> <p><b>4) Отсутствует пункт 4, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</b></p>	<b>2</b>

## Содержание критерия 2017 - 2018

Баллы

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:

1

1) 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

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

ИЛИ

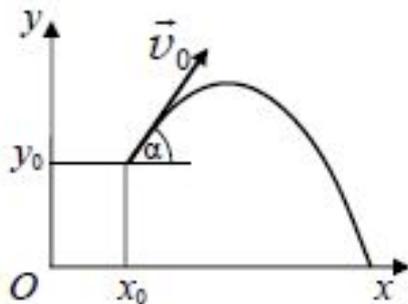
3) В **ОДНОЙ** из исходных формул, необходимых для решения **данной** задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

# Кодификатор с 2015 года:

1.1.7 Свободное падение. Ускорение свободного падения.

Движение тела, брошенного под углом  $\alpha$  к горизонту:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \\ v_x(t) = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_y(t) = v_{0y} + g_y t = v_0 \sin \alpha - gt \\ g_x = 0 \\ g_y = -g = \text{const} \end{cases}$$



1.2.7 Движение небесных тел и их искусственных спутников.

Первая космическая скорость:  $v_{1к} = \sqrt{g_0 R_0} = \sqrt{\frac{GM}{R_0}}$

$$Q = 5/2 p \Delta V !!$$

# Санкт-Петербург:

<b>Год</b>	<b>Явка</b>	<b>Средний балл</b>	<b>Ниже порога</b>	<b>100 баллов</b>
<b>2015</b>	<b>6464</b>	<b>54</b>	<b>3,4</b>	<b>18</b>
<b>2016</b>	<b>6549</b>	<b>53</b>	<b>4,4</b>	<b>8</b>
<b>2017</b>	<b>6517</b>	<b>54</b>	<b>2,7</b>	<b>17</b>

# Санкт-Петербург:

<b>Категория участников</b>	<b>Явка</b>	<b>Доля работ от 61 до 80 баллов</b>	<b>100 баллов</b>	<b>Ниже порога</b>
<b>Выпускники школ</b>	<b>5587</b>	<b>21,74%</b>	<b>17</b>	<b>1,82%</b>
<b>Выпускники СПО</b>	<b>271 (было 93)</b>	<b>0,02%</b>	<b>0</b>	<b>0,74%</b>
<b>Выпускники прошлых лет</b>	<b>659 (было 604)</b>	<b>1,19%</b>	<b>0</b>	<b>0,83%</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>6517</b>	<b>22,95%</b>	<b>17</b>	<b>3,39%</b>

# Основной экзамен в сравнении с РФ

	СПб	РФ
Средний балл	54,7	53,1
Доля «двоечников»	2,69%	3,78%
Доля набравших от 61 до 80 баллов	19,65%	16,50%
Доля набравших от 81 до 100 баллов	4,73%	4,94%
Доля стобалльников	0,29%	0,18%

# Гендерность

	<b>ЮНОШИ</b>	<b>ДЕВУШКИ</b>
<b>2015, 2016</b>	<b>76,5</b>	<b>23,5</b>
<b>2017</b>	<b>74,1</b>	<b>25,9</b>

# Результаты: «двоечники»

<b>СПб: 2,69%</b>	<b>РФ: 3,78%</b>
Василеостровский	3,21
Приморский	3,16
Колпинский	3,82
Кронштадский	6,82
Курортный	3,45

# Результаты: «двоечники»

<b>СПб: 2,69%</b>	<b>РФ: 3,78%</b>
Адмиралтейский	0,70%
Красногвардейский	0,75%

# Результаты: «двоечники»

<b>СПб: 2,69%</b>	<b>РФ: 3,78%</b>
Центры образования	7,83
Кадеты	3,27
Частные школы	5,17
СПО	17,93
ВПЛ	8,23

# Результаты: «высокобалльники»

СПб: 4,73%	РФ: 4,94%
Петроградский	9,28
Федеральные ОУ	29,36
Частные школы	8,62
Курортный	0
Центры образования	0
Кадеты	0
СПО	0

# Результаты: «стобалльники»

<b>СПб: 17</b>	
Федеральные ОУ	<b>13</b>
Частные школы	<b>2</b>
Кировский район	<b>1</b>
Пушкинский район	<b>1</b>

# Результаты: лучшие школы по среднему баллу

<b>Школа им. А.М. Горчакова</b>	<b>5 чел.</b>	<b>88,6</b>
<b>ФТШ</b>	<b>47 чел.</b>	<b>81,8</b>
<b>Лицей № 30</b>	<b>96 чел.</b>	<b>80,0</b>
<b>Президентский лицей № 239</b>	<b>95 чел.</b>	<b>79,9</b>

# Санкт-Петербург: работа предметной комиссии

	2015	2016	2017
<b>Активных экспертов</b>	<b>139</b>	<b>130</b>	<b>123</b>
<b>Участвовало в проверке</b>	<b>134 (96%)</b>	<b>127 (98%)</b>	<b>121 (98%)</b>

## Распределение экспертов по категориям

	<b>Ведущий эксперт</b>	<b>Старший эксперт</b>	<b>Основной эксперт</b>	<b>Федеральный эксперт</b>
<b>2017</b>	<b>8</b>	<b>52</b>	<b>64</b>	<b>26</b>
<b>2016</b>	<b>9</b>	<b>32</b>	<b>89</b>	<b>26</b>
<b>2015</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>110</b>	<b>26</b>

## Третья проверка:

<b>2011</b>	<b>10,3%</b>
<b>2012</b>	<b>8,7%</b>
<b>2013</b>	<b>11,2%</b>
<b>2014</b>	<b>9,1%</b>
<b>2015</b>	<b>7,2%</b>
<b>2016</b>	<b>7,2%</b>
<b>2017</b>	<b>5,7%</b>

	<b>Од: 05.04</b>	<b>Дд: 12.04</b>	<b>Од: 07.06</b>	<b>Дд: 21.06</b>	<b>Дд: 01.07</b>
<b>Всего работ</b>	<b>223</b>	<b>16</b>	<b>5776</b>	<b>507</b>	<b>53</b>
<b>Процент пустых бланков</b>	<b>49%</b>	<b>31%</b>	<b>22%</b>	<b>53%</b>	<b>62%</b>
<b>Процент третьей проверки</b>	<b>2,69</b>	<b>0</b>	<b>6,13</b>	<b>2,17</b>	<b>1,89</b>

	<b>2015 ОД</b>	<b>2016 ОД</b>	<b>2017 ОД</b>
Всего перепроверено заданий	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Расхождения между оценкой основного и третьего эксперта в <b>1 балл</b>	<b>2</b>	<b>44</b>	<b>47,5</b>
<b>в 2 или 3 балла</b>	<b>85</b>	<b>49</b>	<b>47,5</b>
Расхождения, обусловленные <b>технической ошибкой</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>5</b>

# Коэффициент согласованности работы предметной комиссии

Согласованность работы предметной комиссии определяется так:

**- Берется одна работа:**

1) считается сумма баллов, выставленных одним экспертом за эту работу

2) считается сумма баллов, выставленных другим экспертом за эту работу

3) вычитается 1) из 2) (или наоборот), берется модуль полученного значения **(1)**

4) считается, какой максимальный балл мог бы получить автор этой работы, если бы на максимальный балл выполнил бы все задания части С, к которым приступил, т. е. максимальный балл за часть С (минус максимальные баллы за те задания, к которым он не приступал) **(2)**

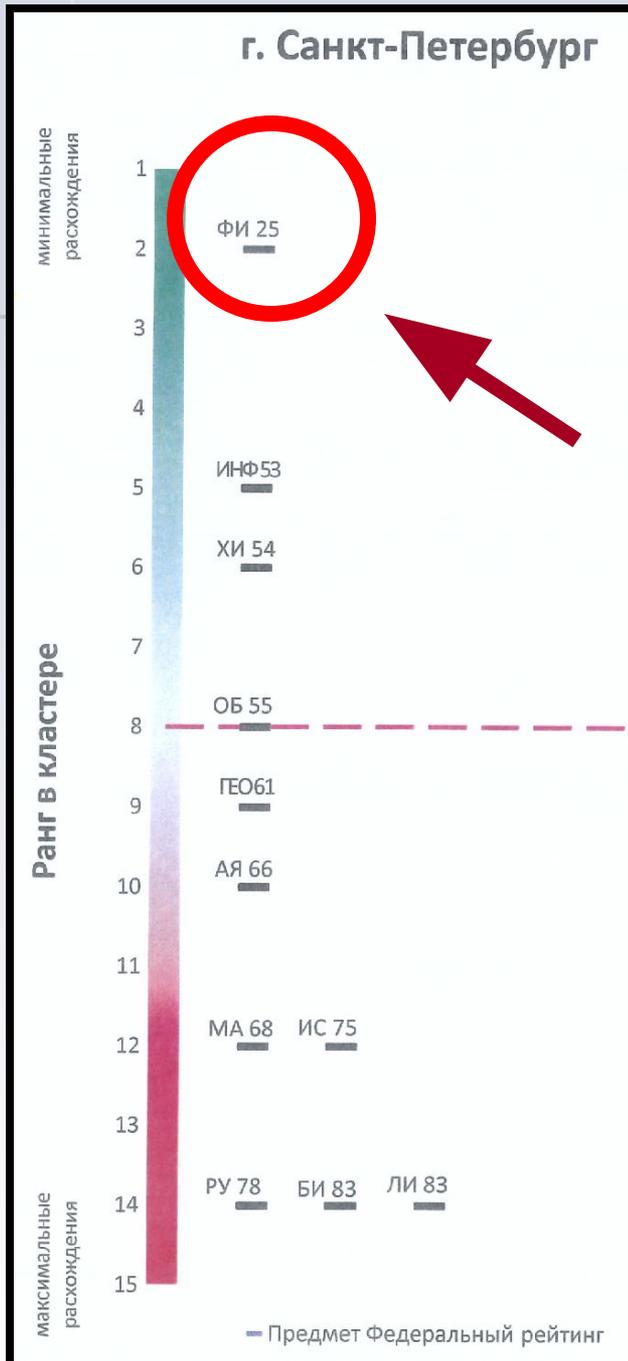
5) вычисляется отношение значения **(1)** к значению **(2)**

**- Эта процедура проделывается для всех работ**

**- Считается среднее значение по всему массиву работ.**

# Федеральные показатели

Регионы,  
сопоставимые  
по объему проверки



# Работа апелляционной КОМИССИИ

	2015	2016	2017
Апелляции по баллам:	58	40	86
увеличены	27	10	9
уменьшены	0	1	4
оставлены без изменения	0	3	1
отклонены	34 (53%)	26 (65%)	65 (75.6%)

# Показатели усвоения содержательных элементов

Содержательный элемент  
усвоен, если процент  
выполнения  
соответствующего задания  
более **50%** (краткий или  
развернутый ответ)

# Результативность по темам: РФ

Раздел курса физики	Средний % выполнения
Механика	59,5
МКТ и термодинамика	53,3
Электродинамика	49,2
Квантовая физика	47,7

# Механика и электродинамика

Пример 2 (средний процент выполнения – 65)

Мальчик бросил мяч массой  $0,1$  кг вертикально вверх с высоты  $1$  м над поверхностью Земли. Мяч поднялся на высоту  $2,5$  м от поверхности Земли. Каково изменение потенциальной энергии мяча?

Ответ: 1,5 Дж.

Пример 3 (средний процент выполнения – 40)

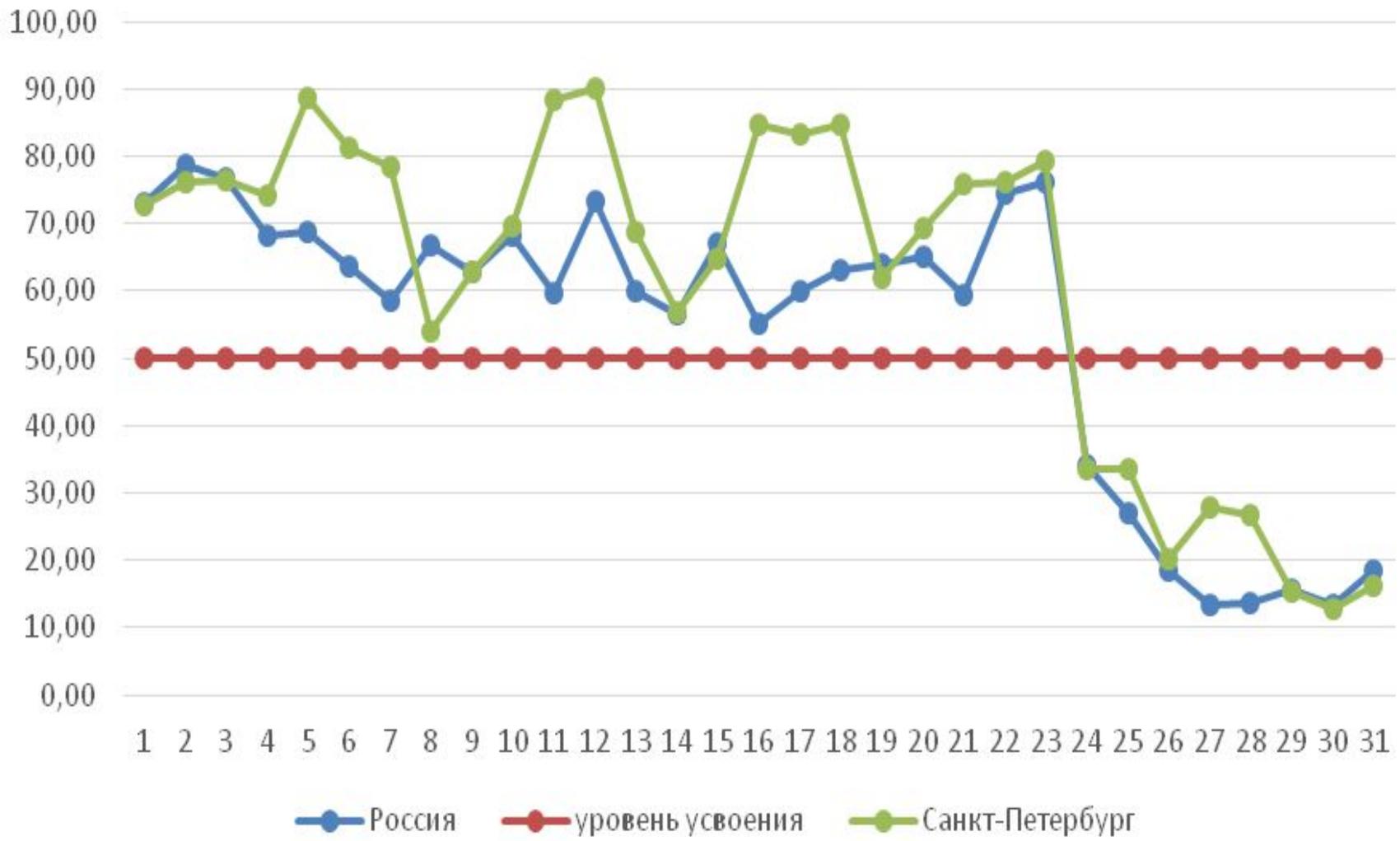
При равномерном изменении силы тока в катушке на  $10$  А за  $0,02$  с в ней возникает ЭДС самоиндукции, равная  $200$  В. Чему равна индуктивность катушки?

Ответ: 0,4 Гн.

# Результативность по видам деятельности

Вид деятельности	Средний % выполнения	
	2016	2017
<i>Применение законов и формул в типовых ситуациях</i>	<b>59,5</b>	<b>67,1</b>
<i>Анализ и объяснение явлений и процессов</i>	<b>58,6</b>	<b>63,1</b>
<i>Методические умения</i>	<b>60,5</b>	<b>75,3</b>
<i>Решение задач</i>	<b>16,6</b>	<b>19,3</b>

## Средний процент выполнения заданий



# 1 часть работы: затруднения

- по тем темам школьного курса физики, которые изучаются преимущественно в основной школе, или изучаются «точечно»
- задания, требующие не просто знания формул, а понимания механизмов физических явлений и физического смысла величин, эти явления описывающих
- нестандартно сформулированные задания или задания, содержащие нестандартные элементы
- задания новые, отсутствующие в пособиях по подготовке к экзамену

# 54%: «Точечно» изучаемая формула

8

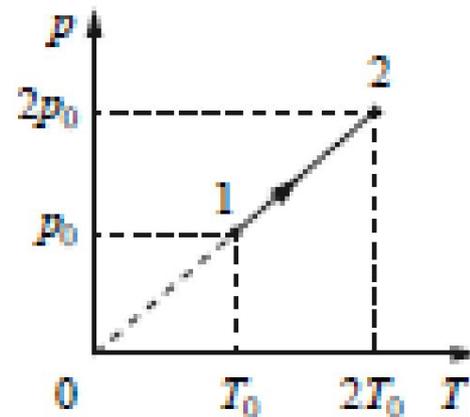
При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 2 раза. Начальная температура газа 250 К. Какова конечная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

# 63%: Затруднения у слабых - лишние данные

9

На  $pT$ -диаграмме показан процесс изменения состояния 5 моль идеального газа. Внутренняя энергия газа увеличилась на 20 кДж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе?



Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

# 69%: Затруднения у всех групп - насыщенный пар

10

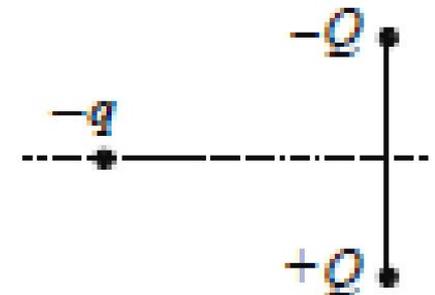
В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  под давлением  $20\text{ кПа}$ . Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, объём пара уменьшить в 4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

# 69%: Затруднения у слабых и средних – не только сила, но и ускорение

13

Отрицательный заряд  $-q$  находится в поле двух неподвижных зарядов: положительного  $+Q$  и отрицательного  $-Q$  (см. рисунок). Куда направлено относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) ускорение заряда  $-q$  в этот момент времени, если на него действуют только заряды  $+Q$  и  $-Q$ ? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: \_\_\_\_\_.

# 57%: Затруднения у слабых и средних – «точечное» изучение

14

Сила тока, текущего по проводнику, равна 5 А. Какой заряд пройдёт по проводнику за 20 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл.

# 65%: Затруднения у слабых – не заметили, что разговор про энергию

15

Конденсатор, заряженный до разности потенциалов  $U$ , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью  $L$ , а во второй – к катушке с индуктивностью  $4L$ . Каково отношение периодов колебаний энергии конденсатора  $\frac{T_2}{T_1}$  в этих двух случаях? Потерями энергии в контуре пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_.



# 62%: Затруднения только у слабых – не просто изотоп, а самый распространенный

19 На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li литий 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7</sub>	3	Be бериллий 9 <sub>100</sub>	4	5	B бор 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>
3	III	Na натрий 23 <sub>100</sub>	11	Mg магний 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	12	13	Al алюминий 27 <sub>100</sub>
4	IV	K калий 39 <sub>63</sub> 41 <sub>37</sub>	19	Ca кальций 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>	20	Sc скандий 45 <sub>100</sub>	21
	V	29	Cu медь 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	30	Zn цинк 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	31	Ga галлий 69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub>

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа магния.

Число протонов	Число нейтронов

# 69%: Затруднения только у слабых – не кол-во, а доля

20

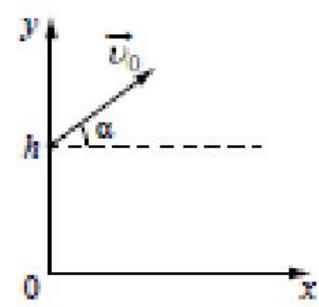
Какая доля ядер радиоактивных атомов (в процентах от первоначального числа ядер) остаётся нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

78%

7

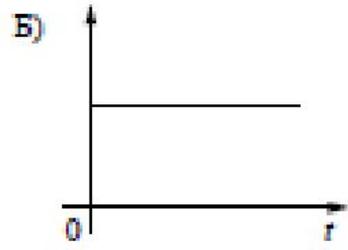
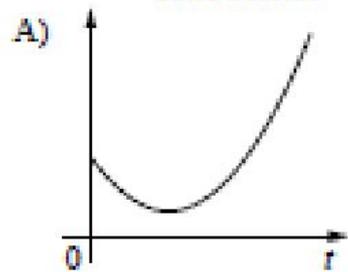
В момент  $t=0$  мячик бросают с начальной скоростью  $\vec{v}_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту с балкона высотой  $h$  (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени  $t$ .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня  $y=0$ .)

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль ускорения мячика  $a$
- 2) кинетическая энергия мячика
- 3) проекция импульса мячика на ось  $y$
- 4) потенциальная энергия мячика

Ответ:

А	Б

# 76%

21

Монохроматический свет с энергией фотонов  $E_{\phi}$  падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается (запирающее напряжение), равно  $U_{\text{зап}}$ . Как изменится модуль запирающего напряжения  $U_{\text{зап}}$  и длина волны  $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов  $E_{\phi}$  уменьшится, но фотоэффект не прекратится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$	Длина волны $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта

**2 часть работы: задания с  
выбором ответа **повышенного**  
уровня: процент выполнения**

	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>
<b>2014</b>	<b>28</b>	<b>38</b>	<b>41</b>
<b>2015</b>	<b>29</b>	<b>86</b>	<b>26</b>
<b>2016</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
<b>2017</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>20</b>

24

Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 200 м/с, разрывается на два осколка. Первый осколок массой 1 кг летит под углом  $90^\circ$  к первоначальному направлению со скоростью 300 м/с. Найдите скорость второго осколка.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

25

В цилиндре под поршнем находится гелий. Газ расширился при постоянном давлении, совершив работу 2 кДж. Какое количество теплоты сообщили газу?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

26

На дифракционную решётку, имеющую 400 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает луч света, длина волны которого равна 470 нм. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

Ответ: \_\_\_\_\_.

# Процент выполнения части С: 3 и 2 балла

	28	29	30	31	32
2015	14,1	3,2	28,3	26,3	34,1
2016	10,5	12,6	14,3	3,0	21,8
2017	27,7	26,7	15,4	12,7	16,4

# Распределение третьей проверки между задачами

<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>
<b>50</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>8</b>

27

На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их металлическим стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, отрицательно заряженную палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

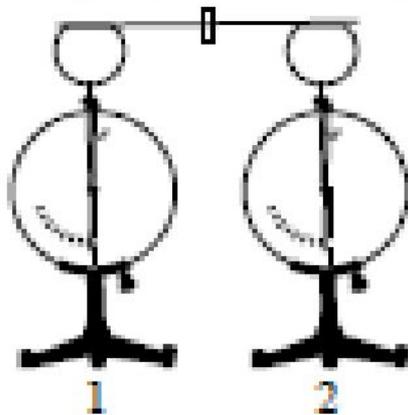


Рис. 1

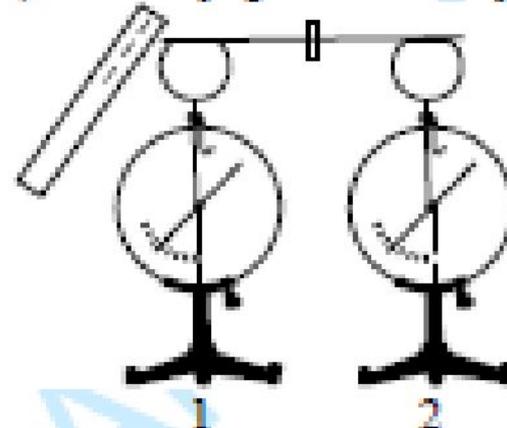


Рис. 2

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

# 28

## Часто встречающиеся ошибки:

- не демонстрировали понимания того, что система электрометров не является заряженной, в частности, предполагалось даже «перелетание» зарядов с палочки на электрометры;
- приводились объяснения, основанные на движении в проводниках не только отрицательных, но неких свободных положительных зарядов;
- электростатическое поле путали с электромагнитным или магнитным полями.
- В то же время, как правило, приводилось верное объяснение взаимодействия заряженных тел.

# 29 Справились сильные с средние

28

Небольшой кубик массой  $m = 1$  кг начинает скользить с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мёртвую петлю» радиусом  $R = 2$  м (см. рисунок). С какой высоты  $H$  был опущен кубик, если на высоте  $h = 2,5$  м от нижней точки петли сила давления кубика на стенку петли  $F = 5$  Н? Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



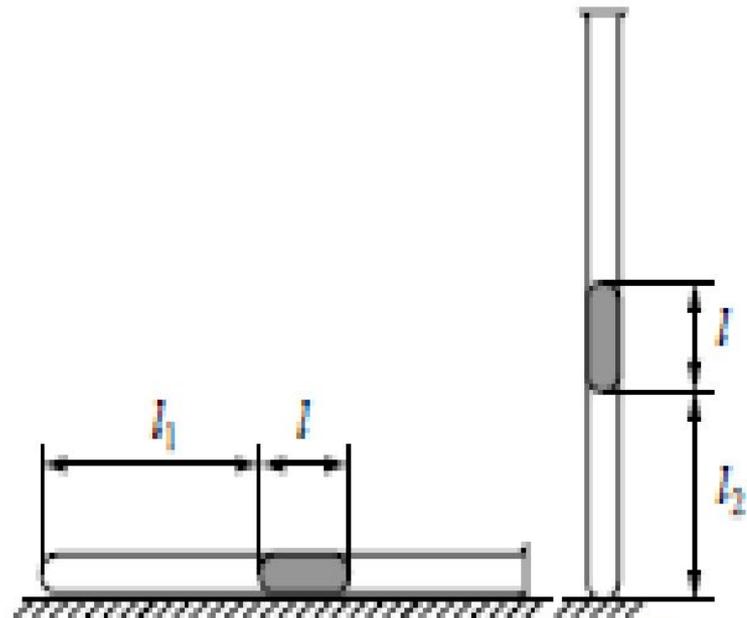
**Апелляции**  
**!**

## **Участники экзамена:**

- не различали силу давления и силу нормальной реакции опоры и, соответственно, не видели необходимости применения третьего закона Ньютона;
- учитывали не все силы, действующие на тело;
- вводили в рассмотрение центробежную силу инерции без правильного перехода в неинерциальную систему отсчета;
- традиционно допускали ошибки при выборе оптимальных координатных осей и при проецировании на них векторных величин;
- ошибочно записывали второй закон Ньютона в векторной форме, считая, что ускорение бруска является центростремительным.

29

В запаянной с одного конца длинной горизонтальной стеклянной трубке постоянного сечения (см. рисунок) находится столбик воздуха длиной  $l_1 = 30,7$  см, запертый столбиком ртути. Если трубку поставить вертикально отверстием вверх, то длина воздушного столбика под ртутью будет равна  $l_2 = 23,8$  см. Какова длина ртутного столбика? Атмосферное давление 747 мм рт. ст. Температуру воздуха в трубке считать постоянной.



Температуру воздуха в трубке считать постоянной.

## **30** Сильные справились, но уже у средних - затруднения

- непонимание физического смысла внесистемной единицы измерения давления (мм.рт.ст.);

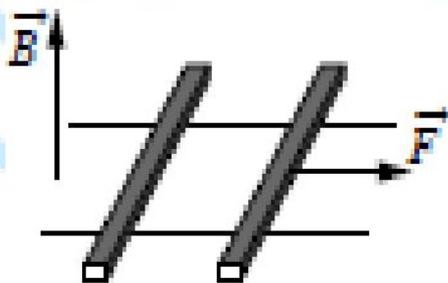
- ошибки при записи условия равновесия столбика ртути через силы на основании второго закона Ньютона.

■ **Существенная проблема экспертов: экзаменуемые часто расписывали решение очень коротко, «сворачивая» рассуждения в одну-две формулы.**

# 31 Наименьший % выполнения, наибольший процент апелляций: 7 формул! Правильная формула при неверном решении!

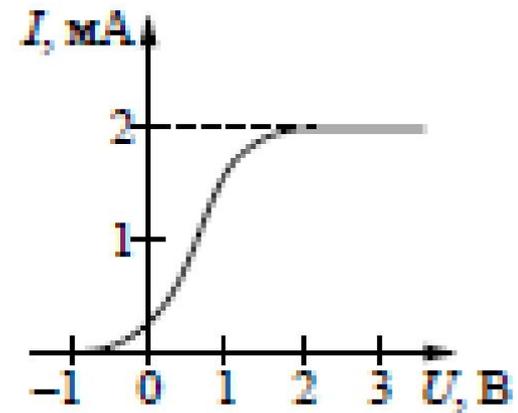
30

По горизонтально расположенным шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой  $m = 100$  г и сопротивлением  $R = 0,1$  Ом каждый. Расстояние между рельсами  $l = 10$  см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами  $\mu = 0,1$ . Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.



## 32 Два варианта задачи: к одному почти не приступили, другой – большой процент правильных решений

31 В опыте по изучению фотоэффекта свет частотой  $\nu = 6,1 \cdot 10^{14}$  Гц падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока  $I$  от напряжения  $U$  между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова мощность падающего света  $P$ , если в среднем один из 20 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



# В 2018 году: 2 часть

- 2 задачи по механике
- 2 задачи по МКТ и термодинамике
- 3 задачи по электродинамике
- 1 задача по квантовой физике
- 27 и 32 задачи – электродинамика или квантовая физика

# Успешной работы

