

ТАССР

ПРАЗДНОВАНИЕ 100-ЛЕТИЯ  
ТАТАРСКОЙ АССР

ТАТАРСТАН АССР ТӨЗЕЛҮНЕҢ  
100 ЕЛЛЫГЫН БӘЙРӘМ ИТҮ

1920-2020

2020



100  
100  
100

**Статистико-аналитический отчет о результатах единого  
государственного экзамена в 2020 году  
в Республике Татарстан**

**ПО ФИЗИКЕ**

**Перечень условных обозначений, сокращений и терминов**

АТЕ	Административно-территориальная единица
ВПЛ	Выпускники прошлых лет
ВТГ	Выпускники текущего года
ГИА-11	Государственная итоговая аттестация по образовательным программам среднего общего образования
ЕГЭ	Единый государственный экзамен
КИМ	Контрольные измерительные материалы
Участники ЕГЭ с ОВЗ	Участники ЕГЭ с ограниченными возможностями здоровья
ОИВ	Органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющие государственное управление в сфере образования
ОО	Образовательная организация, осуществляющая образовательную деятельность по имеющей государственную аккредитацию образовательной программе
РИС	Региональная информационная система обеспечения проведения государственной итоговой аттестации обучающихся, освоивших основные образовательные программы основного общего и среднего общего образования
УМК	Учебник из Федерального перечня рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ основного общего и среднего общего образования
Участник ЕГЭ / участник экзамена / участник	Обучающиеся, допущенные в установленном порядке к ГИА в форме ЕГЭ, выпускники прошлых лет, допущенные в установленном порядке к сдаче ЕГЭ

# Глава 1 Методический анализ результатов ЕГЭ<sup>1</sup> по ФИЗИКЕ

## РАЗДЕЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТНИКОВ ЕГЭ ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ

### 1.1. Количество участников ЕГЭ по учебному предмету (за 3 года)

Таблица 0-1

2018		2019		2020	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
4332	25,62	4193	24,65	3873	23,78

### 1.2. Процентное соотношение юношей и девушек, участвующих в ЕГЭ

Таблица 0-2

Пол	2018		2019		2020	
	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
Женский	1207	27,86	1134	27,05	983	25,38
Мужской	3125	72,14	3059	72,95	2890	74,62

### 1.3. Количество участников ЕГЭ в регионе по категориям

Таблица 0-3

<b>Всего участников ЕГЭ по предмету</b>	<b>3873</b>
Из них:	
выпускников текущего года, обучающихся по программам СОО	3775
выпускников текущего года, обучающихся по программам СПО	17
выпускников прошлых лет	81
участников с ограниченными возможностями здоровья	29

### 1.4. Количество участников ЕГЭ по типам ОО

Таблица 0-4

<b>Всего ВТГ</b>	<b>3775</b>
Из них выпускники:	
Иное	26
Средняя общеобразовательная школа	1575
Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов	609
Гимназия	700

<sup>1</sup> При заполнении разделов Главы 2 рекомендуется использовать массив действительных результатов ЕГЭ (без учета аннулированных)

Лицей	636
Средняя общеобразовательная школа-интернат	5
Гимназия-интернат	5
Лицей-интернат	174
Кадетская школа-интернат	35
Кадетская школа	10

### 1.5. Основные УМК по предмету, которые использовались в ОО в 2019-2020 учебном году

Таблица 0-5

№ п/п	Название УМК	Примерный процент ОО, в которых использовался данный УМК
1.	Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М./Под ред. Парфентьевой Н.А., Физика (базовый и углубленный уровень), АО «Издательство «Просвещение»	90,0
2.	Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И.; под ред. Орлова В.А. (ч. 1); Генденштейн Л.Э., Кошкина А.В., Левиев Г.И. (ч. 2), Физика (базовый и углубленный уровни) (в 2 частях), ООО "ИОЦ МНЕМОЗИНА"	5,3
3.	Касьянов В.А. Физика (базовый уровень), 1 ООО «ДРОФА»	2,9
4.	Кабардин О.Ф., Глазунов А.Т., Орлов В.А. и др./ Под ред. Пинского А.А., Кабардина О.Ф. Физика (углубленный уровень), 11 класс, АО «Издательство «Просвещение»	1,8
<i>Другие пособия (указать авторов, название, год издания)</i>		
1.	Перышкин А.В., Физика, АО «Издательство «Просвещение», 2009	2,5
2.	Физика, Тихомирова С.А., Яворский Б.М., ООО «ИОЦ МНЕМОЗИНА», 2008	1,5

### 1.6. ВЫВОДЫ о характере изменения количества участников ЕГЭ по учебному предмету

Количество участников ЕГЭ по физики в 2020 году заметно уменьшилось по сравнению с 2019 (на 320 человек) и 2018 (на 459 человек) годами. По отношению к общему числу участников в сравнении с 2019 годом число участников уменьшилось на 0,87%. Необходимо отметить, что число участников ЕГЭ в 2020 году оказалось примерно на 300 человек меньше, чем подали заявление на сдачу ЕГЭ изначально.

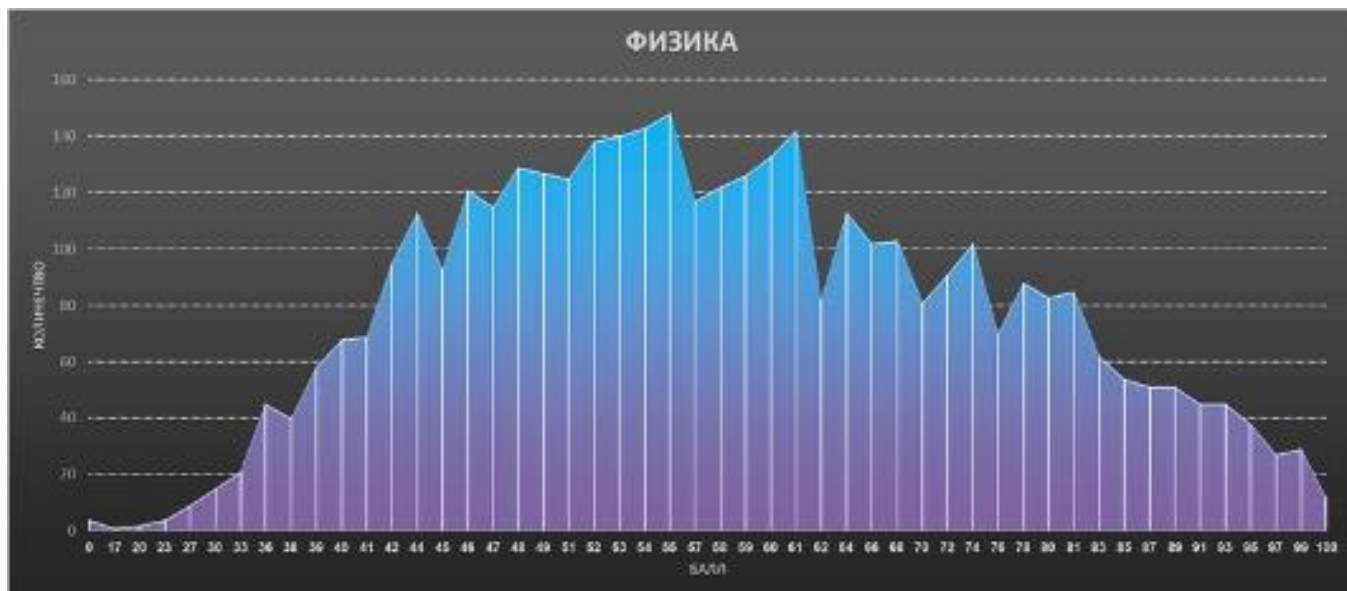
Большая часть участников ЕГЭ по физике традиционно относится к выпускникам текущего года – 97,91%. Юношей по-прежнему в три раза больше девушек. Распределение участников по типам образовательных организаций практически совпадает с 2019 годом: 40,1% в 2019 году, 37,3% в 2019 году, составляют выпускники лицеев и гимназий; 16,1% (2019 г.- 18,1%) – выпускники

школ с углубленным изучением отдельных предметов; 41,7% (2019 г.- 42,6%) - выпускники средних общеобразовательных школ.

Распределение участников по АТЕ Республики Татарстан стабильно, близко к данным по предыдущим годам.

## РАЗДЕЛ 2. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГЭ ПО ПРЕДМЕТУ

### 2.1. Диаграмма распределения тестовых баллов по предмету в 2020 г.



### 2.2. Динамика результатов ЕГЭ по предмету за последние 3 года

Таблица 0-6

	Субъект Российской Федерации		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Не преодолели минимального балла, %	1,57	1,96	1,34
Средний тестовый балл	57,01	60,02	60,03
Получили от 81 до 99 баллов, %	5,82	13,59	12,91
Получили 100 баллов, чел.	7	13	12

### 2.3. Результаты по группам участников экзамена с различным уровнем подготовки:

#### 2.3.1. в разрезе категорий<sup>2</sup> участников ЕГЭ

Таблица 0-7

	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СОО	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СПО	Выпускники прошлых лет	Участники ЕГЭ с ОВЗ

<sup>2</sup> Перечень категорий ОО может быть дополнен с учетом специфики региональной системы образования

	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СОО	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СПО	Выпускники прошлых лет	Участники ЕГЭ с ОВЗ
Доля участников, набравших балл ниже минимального	1,11	23,53	7,41	0
Доля участников, получивших тестовый балл от минимального балла до 60 баллов	58,19	70,59	70,37	51,72
Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	27,64	5,88	13,58	34,48
Доля участников, получивших от 81 до 99 баллов	12,73	0	8,64	10,34
Количество участников, получивших 100 баллов	12	0	0	1

### 2.3.2. в разрезе типа ОО<sup>3</sup>

Таблица 0-8

	Доля участников, получивших тестовый балл				Количество участников, получивших 100 баллов
	ниже минимального	от минимального до 60 баллов	от 61 до 80 баллов	от 81 до 99 баллов	
СОШ	1,58	66,59	23,92	7,79	1
Лицеи, гимназии	0,53	47,46	32,17	19,78	10
СОШ с углубленным изучением	1,31	61,21	26,51	10,80	1
СПО	9,26	73,15	12,04	5,56	0

## 2.4. ВЫВОДЫ о характере изменения результатов ЕГЭ по предмету

Средний балл по физике в 2020 году практически не изменился по сравнению с предыдущим годом и составил 60,03 балла (2019 году – 60,02 балла).

Максимально возможный балл (100 баллов) набрали 12 человек, аналогичный показатель 2019 года - 13 человек.

В диапазоне от 81 до 100 баллов получили 12,91% от всех участников ЕГЭ по физике, что очень близко к показателю прошлого года - 13,59%. Данный результат позволяет надеяться, что увеличение в 2019 году данной категории участников ЕГЭ по сравнению с 2018 годом более чем на 7% не является однократным выбросом, количество участников данной группы будет сохраняться на этом уровне или увеличиваться.

Результаты ниже минимального балла получили 1,34%, аналогичный показатель 2019 года – 1,96%, 2018 года – 1,57%. Таким образом, количество выпускников, не преодолевших минимальный порог, сохраняется на уровне около 1,5%.

<sup>3</sup> Перечень категорий ОО может быть дополнен с учетом специфики региональной системы образования

## Раздел 3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ИЛИ ГРУПП ЗАДАНИЙ<sup>4</sup>

### 3.1. Краткая характеристика КИМ по учебному предмету

КИМ ЕГЭ по физике 2020 года, аналогично 2019 году, состояли из двух частей и включали в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 состояла из 2 блоков и содержала 24 задания с кратким ответом. Первый блок был направлен на проверку освоения понятийного аппарата школьного курса физики, а второй – овладение методологическими умениями и содержанием темы «Элементы астрофизики». Задания первого блока были на темы: механика, молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика и элементы астрофизики. Второй блок включал 3 задания, два из которых проверяют различные методологические умения и относятся к разным разделам физики, одно задание на проверку знаний по теме «Элементы астрофизики».

Часть 2 ЕГЭ была посвящена решению задач. В этой части 8 различных задач: 2 расчетных задачи с самостоятельной записью числового ответа повышенного уровня, 1 расчетная задача повышенного уровня с развернутым ответом (28), 1 качественная задача с развернутым ответом (27) и 4 расчетных задач с развернутым ответом высокого уровня сложности (29 -32).

По содержанию задачи были распределены по разделам следующим образом:

- 2 задачи по механике,
- 2 задачи по молекулярной физике и термодинамике,
- 3 задачи по электродинамике,
- 1 задача по квантовой физике.

4 задачи части 2 (29 – 32) были заданиями высокого уровня сложности и направлены на проверку умения использовать законы физики. Для успешного решения этих задач требовалось применение знаний сразу из двух-трех разделов физики, т.е. высокого уровня подготовки.

#### Подробно остановимся на задачах с развернутым ответом.

Задача 27 была качественной. По условию задачи, на рис.1 приведена зависимость внутренней энергии  $U$  1 моль идеального одноатомного газа от его объема  $V$  в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса в переменных  $p$ – $V$  ( $p$  – давление газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

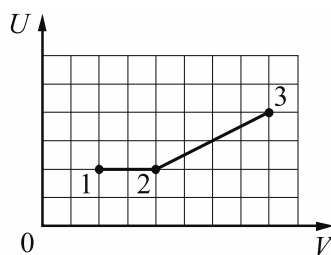


Рис. 1

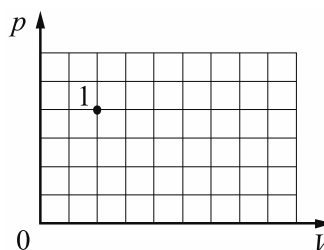


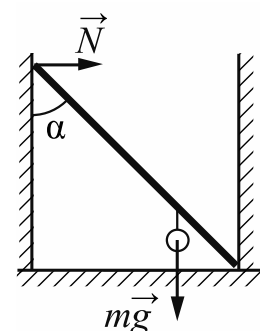
Рис. 2

<sup>4</sup> При формировании отчетов по иностранным языкам рекомендуется составлять отчеты отдельно по устной и по письменной части экзамена.

Задача классическая, проверяющая знание законов молекулярной физики. В решениях очень часто прямой ссылки на эти законы не было, несмотря на правильные рассуждения. Другой типичный недостаток решений заключался в отсутствии обсуждения количественных соотношений параметров различных состояний газа несмотря на то, что исходный график эти соотношения позволяет установить. Однако наиболее часто встречающаяся ошибка состояла в том, что изотермический процесс на графике изображался в виде прямой линии, а в не гиперболы.

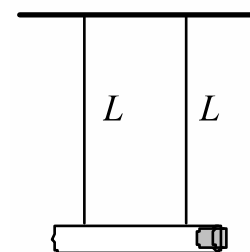
Задача 28. Невесомый стержень длиной 3 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол  $45^\circ$  с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 1 м от его правого конца подвешен на нити шар массой 3 кг. Каков модуль силы реакции опоры  $N$ , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?

Данная задача достаточно часто встречается в различных задачниках и многим экзаменуемым ее решение было хорошо известно (этот вывод можно было сделать исходя из хода решения). Тем не менее во многих решениях становилось понятно, что учащийся не понимает, что такое момент силы и плечо силы. Особенно очевидно это проявлялось, когда равенство моментов силы записывалось относительно оси, проходящей через центр стержня.



При оценивании данной задачи неудобным оказалось то, что угол, между вертикалью и стержнем был задан  $45^\circ$ . В этой ситуации при записи равенства моментов сил, если возникала путаница с синусами и косинусами угла, было трудно дифференцировать, то ли ученик не понимает, что такое плечо силы, то ли он в уме решил, что углы одинаковы и, следовательно, синус равен косинусу, и все равно, что писать.

Задача 29. Согласно условию задачи, пробирка массой  $M = 40$  г, содержащая пары эфира, закрыта пробкой массой  $m = 10$  г и подвешена в горизонтальном положении к штанге на лёгких параллельных нерастяжимых нитях одинаковой длины (см. рисунок). При нагревании пробирки пробка вылетает из неё со скоростью 4 м/с, а нити, если они достаточно коротки, сразу после этого одновременно обрываются. Найдите максимальную длину нитей  $L$  в этом случае, если каждая нить выдерживает нагрузку не более  $T_0 = 0,3$  Н. Массу паров эфира считать пренебрежимо малой величиной.



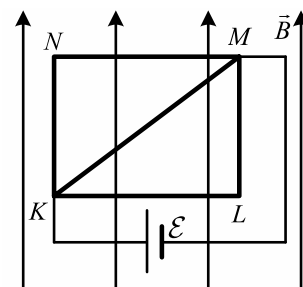
Данная задача была направлена на проверку знаний основных законов механики и оказалась, пожалуй, наиболее трудной для понимания условия учащимися. Многие участники ЕГЭ даже не приступали к решению этой задачи. Возможно, им трудно было представить, что движение пробирки, подвешенной на двух нитях, можно рассматривать как движение материальной точки по окружности, хотя в одной работе это даже пытались доказать. Основная ошибка заключалась в попытке применить для решения закон сохранения энергии, наряду с законом сохранения импульса, без учета второго закона Ньютона.



Задача 30. В комнате при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  относительная влажность воздуха составляет 40%. В состоянии покоя через лёгкие человека проходит 5 л воздуха за 1 мин. Выдыхаемый воздух имеет температуру  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительную влажность 100%. Давление насыщенного водяного пара при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  равно 2,34 кПа, а при  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 5,32 кПа. Какое количество воды теряет тело человека за 1 ч за счёт дыхания? Считать, что выдыхаемый воздух имеет такой же объём, какой проходит через лёгкие человека. Влажность воздуха в комнате не изменяется.

Чтобы успешно решить эту задачу, необходимо было знать, что такое относительная влажность и уравнение Менделеева-Клапейрона. Учащиеся, которые хорошо разобрались с темой по влажности воздуха, справились с решением. Единственная проблема, с которой они столкнулись, оказалась фраза в условии «Какое количество воды...». Результат приводили в кг, моль и даже в количестве молекул. Наиболее часто встречающейся ошибкой являлась подстановка в уравнение Менделеева-Клапейрона молярной массы воздуха, записанного для паров воды.

Задача 31. Из медной проволоки с удельным сопротивлением  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$  и площадью поперечного сечения  $S = 0,2\text{ мм}^2$  изготовлен прямоугольный контур KLMN с диагональю KM (см. рисунок). Стороны прямоугольника  $KL = l_1 = 20\text{ см}$  и  $LM = l_2 = 15\text{ см}$ . Контур подключили за диагональ к источнику постоянного напряжения с ЭДС  $\mathcal{E} = 1,4\text{ В}$  и поместили в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,1\text{ Тл}$ , параллельной сторонам KN и LM. С какой результирующей силой магнитное поле действует на контур? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на контур. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Данная задача позволяет проверить знание законов постоянного тока и действие магнитного поля на проводники с током. Задача оказалась очень насыщенной различными вычислениями, которые большинство школьников проводили по частям. Считать пришлось сопротивления различных участков цепи, силы тока, силы Ампера, что привело к частому появлению математических ошибок в вычислениях. Из принципиальных физических ошибок наиболее часто встречающейся оказалась следующая: многие учащиеся посчитали, что ток в контуре потечет только по диагонали (по линии наименьшего сопротивления – так они объясняли свой вывод.).

Задача 32. Два точечных источника света находятся на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии  $L = 1\text{ м}$  друг от друга. Линза находится между ними. Расстояние от линзы до одного из источников  $x = 20\text{ см}$ . Изображения обоих источников получились в одной точке. Найдите оптическую силу линзы. Постройте на отдельных рисунках изображения двух источников в линзе, указав ход лучей.

Задача на проверку знаний законов геометрической оптики и правил построения изображения в линзах. Большинство учащихся правильно поняли, что если изображение находится в одной точке, а линза между источниками, то одно изображение действительное, а другое мнимое. Поэтому построить изображение на

отдельных рисунках (а это им было разрешено) и определить фокусное расстояние по формуле линзы, не составило для них особой проблемы. Основная ошибка этой категории учащихся заключалась в том, что, найдя фокусное расстояние линзы, они забывали, что надо определить оптическую силу и в результате работа оценивалась в 1 балл. Но были и ошибки, связанные с непониманием задачи. Определенные трудности вызвало построение изображений источников, находящихся на оптической оси.

### 3.2. Анализ выполнения заданий КИМ

Ниже в таблице приводятся статистические данные по выполнению заданий ЕГЭ по физике для различных групп, полученные с учетом всех вариантов, предложенных для решения в Республике Татарстан.

Таблица 0-9

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности и задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации <sup>5</sup>				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимально го до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
1	Равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности	Б	87,79	34,62	82,65	96,31	98,60
2	Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения	Б	78,26	15,38	67,90	93,94	98,60
3	Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальные энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии	Б	77,12	23,08	65,39	94,51	99,20

<sup>5</sup> Вычисляется по формуле  $p = \frac{N}{nm} \cdot 100\%$ , где N – сумма первичных баллов, полученных всеми участниками группы за выполнение задания, n – количество участников в группе, m – максимальный первичный балл за задание.

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности и задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации <sup>5</sup>				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимально го до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
4	Условие равновесия твердого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук	Б	74,13	13,46	61,10	93,09	99,40
5	Механика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	П	69,57	38,46	60,04	80,49	92,90
6	Механика (изменение физических величин в процессах)	Б	61,75	29,81	48,76	76,80	92,10
7	Механика (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	Б	81,81	24,04	72,32	96,83	99,10
8	Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева - Клапейрона, изопроцессы	Б	90,21	61,54	86,75	95,55	97,60
9	Работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины	Б	70,75	25,00	58,41	87,12	96,80
10	Относительная влажность воздуха, количество теплоты	Б	80,74	13,46	70,64	96,69	99,80

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложност и задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации <sup>5</sup>				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимально го до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
11	МКТ, термодинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	П	69,27	40,38	57,92	82,39	96,00
12	МКТ, термодинамика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	Б	76,76	19,23	65,43	93,61	98,50
13	Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (определение направления)	Б	83,45	32,69	76,91	92,80	98,60
14	Закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, конденсатор, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля - Ленца	Б	80,53	17,31	70,02	97,25	99,40
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	Б	63,23	7,69	50,64	78,79	93,20

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности и задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации <sup>5</sup>				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимально го до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
16	Электродинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	П	73,39	46,15	62,25	87,41	97,10
17	Электродинамика (изменение физических величин в процессах)	Б	66,78	25,96	52,52	84,75	97,70
18	Электродинамика и основы СТО (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	Б	62,11	19,23	44,72	84,90	97,20
19	Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Ядерные реакции.	Б	92,10	23,08	89,09	98,77	98,80
20	Фотоны, линейчатые спектры, закон радиоактивного распада	Б	78,91	5,77	68,39	95,55	99,00
21	Квантовая физика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	Б	58,02	13,46	41,10	79,40	94,10
22	Механика - квантовая физика (методы научного познания)	Б	86,86	25,00	81,24	96,02	99,40
23	Механика - квантовая физика (методы научного познания)	Б	84,17	19,23	75,32	98,96	99,80

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности и задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации <sup>5</sup>				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимально го до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
24	Элементы астрофизики: Солнечная система, звезды, галактики	Б	65,01	26,92	54,92	76,70	90,00
25	Молекулярная физика, электродинамика (расчетная задача)	П	41,05	3,85	19,56	64,87	92,00
26	Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача)	П	34,55	0,00	11,79	60,51	86,40
27	Механика - квантовая физика (качественная задача)	П	32,32	0,00	13,72	50,79	80,93
28	Механика, молекулярная физика (расчетная задача)	П	31,13	0,00	9,51	52,98	86,10
29	Механика (расчетная задача)	В	11,43	0,00	1,19	13,16	55,33
30	Молекулярная физика (расчетная задача)	В	20,85	0,00	4,42	31,98	73,93
31	Электродинамика (расчетная задача)	В	13,94	0,00	2,19	19,13	57,67
32	Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача)	В	20,45	0,00	4,86	27,37	78,60

Данные, приведенные в таблице, показывают, что средний процент выполнения ниже 50% для задач повышенного уровня сложности В25 и В26 – 41,05 и 34,55% соответственно. В открытом варианте №319 задача №25 посвящена проверке знаний по свободным колебаниям в параллельном контуре. Задача очень простая, но вероятно при обсуждении этой темы на уроках больше внимания уделяется рассмотрению вопросов о частоте колебаний, зависимостям тока и напряжения в контуре от времени, а не нахождению их амплитудных значений. В задаче №26 необходимо было найти длину волны, соответствующую «красной границе» фотоэффекта для натрия. Трудности в решении этой задачи, вероятно, были вызваны необходимостью одновременного учета уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, связи частоты и длины волны, а также понимания как запирающее напряжение связано с кинетической энергией фотоэлектронов. Задачи на фотоэффект традиционно вызывают трудности у участников ЕГЭ. Обычно они плохо понимают, что кинетическая энергия фотоэлектрона, которая находится из уравнения Эйнштейна, это максимальная кинетическая энергия. В школьной программе практически не затрагивают вопроса о квантовой эффективности фотокатодов.

Для группы участников с баллами от 0 до 60 в базовой части наибольшие проблемы (процент выполнения ниже 50%) вызвали задания В18, В21 и ранее обсужденные В24 и В25. Задача В18, как и В24, была посвящена теме свободных колебаний в параллельном контуре. Проблема с решением этой задачи вероятно обусловлена слабым пониманием процесса преобразования электрической энергии в магнитную. Данный результат также свидетельствует о достаточно низком уровне понимания школьниками этой темы. Все вопросы в рамках данной темы легко продемонстрировать экспериментально, не привлекая сложного оборудования. Наглядное наблюдение зависимостей тока и напряжения от времени, зарядов на обкладках конденсатора, релаксационных характеристик должно помочь школьнику сформировать более глубокое понимание этой темы.

Задание В21 проверяет знания школьников по квантовым переходам. Трудности усвоения данной темы понятны – надо запомнить, что есть некие уровни энергии и между ними возможны переходы с излучением и поглощением кванта света, вопросы почему образуются дискретные стационарные состояния, естественно, в рамках школьной программы не обсуждаются. Поскольку объяснить почему это так невозможно то для усвоения этой темы необходимо уделить внимание вопросам экспериментального наблюдения данных явлений. По данной теме существует большое количество видеоматериала, просмотр которого позволит школьнику усвоить основные понятия на основе визуальных представлений.

Перейдем к обсуждению задач с развернутым ответом. Традиционно средний процент выполнения этих заданий менее 50%. Трудности, которые возникли у школьников при выполнении этих заданий были обсуждены в предыдущем разделе. Кратко остановимся на этих задачах еще раз.

Задача 27 (С01) была посвящена проверке знаний законов молекулярной физики. Эта задача является классической, обсуждаемой во многих учебных пособиях. Решения участников ЕГЭ можно разделить на две группы. В первой группе представленные решения свидетельствуют о низком уровне знаний основных газовых законов несмотря на то что рассмотрению этой темы уделяется много внимания в рамках школьной программы. Для второй группы решений характерно не понимание требований условия задачи. Необходимо было построить график процесса в определённых координатах. Многие школьники не понимают, что построение графика начинается с определения координат характерных точек. Многие строят зависимости на качественном уровне и, соответственно, теряют баллы за решение. Вероятно, этому вопросу необходимо уделить особое внимание в процессе обучения.

Задача 28 (С02) была направлена на проверку знаний по статике. Данная задача достаточно часто встречается в различных заданиках, на основе анализа решений можно было сделать вывод, что для многих экзаменуемых ее решение было хорошо известно. Однако, по представленным решениям становилось понятно, что учащийся не понимает, что такое момент силы относительно оси и что такое плечо силы. Хорошие знания по данной теме преимущественно продемонстрировали школьники с более чем 60 баллами.

Особенно плохо участники экзамена справились с задачей 29 (средний процент выполнения – 11,43%). Задача оказалась сложная для понимания физической ситуации. В большинстве представленных решений отсутствовало объяснения

причины разрыва нитей в нижней точке траектории. Очень много ошибок было в записи второго закона Ньютона. Это означало, что отсутствовало понимание, что движение пробирки, подвешенной на двух нитях, можно рассматривать как движение материальной точки по окружности. Данная задача действительно является задачей повышенной сложности и хорошо дифференцирует участников ЕГЭ по признаку: учил и запомнил или реально понимает физическую ситуацию.

Также достаточно сложной для школьников оказалась задача 30 (средний процент выполнения – 20,85%). Аналогичные задачи на проверку знаний по теме «Влажность воздуха» достаточно часто даются в составе задач с развернутым ответом. В прошлом году была задача с увлажнителем воздуха, в этом году аналогичная задача, но в качестве увлажнителя работает человек. Таким образом, к подобным задачам участники экзамена должны были подготовиться. Учащиеся, которые хорошо разобрались с темой по влажности воздуха, справились с решением. Наиболее часто встречающейся ошибкой являлась подстановка в уравнение Менделеева-Клапейрона, записанного для паров воды, молярной массы воздуха.

Задача 31 (средний процент выполнения – 13,94%) позволяет проверить знание законов постоянного тока и действие магнитного поля на проводники с током. Как видно из результатов, задача вызвала достаточно серьезные затруднения. На первом этапе ее решения необходимо было найти значения и направления токов, протекающих по каждому элементу цепи. Много ошибок делалось в вычислениях значений токов. Также достаточно много школьников в решении считали, что ток идет только по диагональному проводнику. Вероятно, полагая, что ток идет по линии наименьшего сопротивления. На втором этапе было необходимо найти модуль и направление силы ампера, воспользовавшись правилом левой руки. Много школьников с этим справились. В целом задача оказалась насыщенной различными вычислениями, которые большинство школьников проводили по частям, что привело к частому появлению арифметических ошибок в вычислениях.

Знания по геометрической оптике проверялись в задаче №32. Средний процент ее выполнения составил - 20,45%. Большинство выпускников правильно поняли, что если изображение находится в одной точке, а линза между источниками, то одно изображение действительное, а другое мнимое. Существенным упрощением задачи являлось требование условия построения изображения двух источников в линзе на отдельных рисунках. Много школьников затруднялись построить изображения точечных источников, находящихся на оптической оси. Для нахождения положения изображений источников они заменяли источники предметами, расположенными перпендикулярно оптической оси. В этом случае им проще было построить ход лучей. Однако, были работы в которых применений подход не объяснялся и на рисунках отсутствовало изображение источника (было показано только изображение предмета). К сожалению, в этом случае приходилось снижать балл. Хорошее впечатление оставляли решения, в которых на рисунке сначала находилось изображение одного источника, а потом из этого изображения находилось положение второго источника. Одной из часто встречающихся ошибок было нахождение фокусного расстояния, а не оптической силы линзы. Данная задача хорошо проверяет знания геометрической оптики.



Сопоставление результатов ЕГЭ с реализуемыми в РТ программами и используемыми УМК однозначно свидетельствует, что определяющим фактором хороших результатов является количество часов, которое уделяется изучению физики. При увеличении числа часов от стандартного норматива применяются более полные программы и УМК, в которых более подробно обсуждается физическая сущность изучаемых явлений и законов.

### **3.3. ВЫВОДЫ об итогах анализа выполнения заданий, групп заданий:**

Средний балл по физике в 2020 году практически не изменился по сравнению с предыдущим годом и составил 60,03 балла (2019 году – 60,02 балла), практически такое же количество участников ЕГЭ набрали максимально возможные 100 баллов (12 человек в 2020 г. и 13 человек в 2019 г.). Также примерно на уровне прошлого года сохранилось количество выпускников, которые получили в диапазоне от 81 до 100 баллов (12,91% - 2020 г., 13,59% - 2019 г.). Количество выпускников, не преодолевших минимальный порог, сохранилось на уровне около 1,5%.

Таким образом, результаты ЕГЭ по физике в 2020 году практически не изменились по сравнению с 2019 г. Этот результат позволяет надеяться, что преподавание физики в школах в последние годы заметно улучшилось. Также необходимо отметить, что обучение выпускников в он-лайн режиме практически не сказалось на их уровень подготовки. Это означает, что достаточно хорошие базовые знания были получены выпускниками за предыдущие годы обучения. Однако в 2020 году по сравнению с 2019 годом существенно уменьшилось количество участников ЕГЭ по физике (на 320 человек). А предварительно на сдачу ЕГЭ подали заявление практически такое же количество, что и в прошлом году. Возможно, это обусловлено как изменением условий получения аттестата о среднем образовании в этом году, так и более низкий уровень подготовки школьников, которые отказались от участия в ЕГЭ.

Однако, заставляют задуматься те ошибки, которые были сделаны экзаменуемыми при решении задач с развернутым ответом (по решению задач с развернутым ответом можно проследить логику решения и физическое понимание решаемой задачи). Вывод, который можно сделать на основе анализа решений следующий – достаточно много работ в которых отсутствует реальное понимание физической ситуации. Решение представляет запомненный вариант решения аналогичной задачи. Любое отклонение в условии задачи от задачи, обсуждаемой в каких-либо методических пособиях, приводит к ошибке. Самый важный компонент изучения физики – понимание, заменяется на запоминание. Это очень опасная тенденция. Выпускники, которые получили достаточно высокие баллы, ориентированные на запоминание столкнуться с большими проблемами при обучении Вузе.

## **Раздел 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Для повышения уровня знаний и, соответственно, баллов ЕГЭ наиболее актуальной является персональная мотивация обучающихся на изучение физики.

Только мотивация школьников, в рамках ограниченного количества часов на изучение физики, может привести к повышению уровня знаний. Это означает, что школьное образование в области физики должно быть неразрывно связано с образовательной довузовской деятельностью высших учебных заведений. Для прививания интереса к физике необходимо проводить работу по следующим направлениям: участие школьников в летних и зимних школах в каникулярное время по физике и астрономии на базе Вузов, организация кружковой работы и проектного творчества, стимулирование олимпиадного движения.

Важным элементом является повышение квалификации учителей физики по решению задач с развернутым ответом на базе Вузов, в которых есть направления подготовки, связанные с физикой.

При обучении решению задач учителям физики необходимо:

- Обратить особое внимание школьников на внимательное чтение условия задачи, показывая, как каждое слово из условия задачи важно для ее правильного решения;
- При подготовке к решению задач уровня В обратить внимание на понимание физического смысла, показать, что при понимании физического смысла необходимые для решения задачи законы и уравнения записываются очень просто. Большинство задач обсуждаются в различных учебных пособиях, однако их объяснение там не может быть очень подробным. Учитель должен добавить необходимые для решения задачи рассуждения;
- Обратить внимание на решение задач с помощью законов сохранения, законов идеальных газов;
- Совместно с учреждениями высшего образования, имеющими профильную подготовку по физике, регулярно проводить мастер-классы по решению задач повышенной сложности, пробные ЕГЭ только по задачам с развернутым ответом;
- Стараться максимально использовать демонстрацию физических опытов для понимания преподаваемых тем. Во многих случаях изучаемый материал не может быть доказан, школьники вынуждены верить преподавателю. Экспериментальное подтверждение изучаемых явлений существенно может повысить уровень их понимания школьниками. Показ опытов можно организовывать на базе Вузов или использовать видеоматериалы. Особенно это важно для успешного решения качественных задач;
- Регулярно приглашать преподавателей учреждений высшего образования, учреждений дополнительного профессионального образования для чтения лекций по проблемам современной физики, что будет способствовать мотивации школьников к углубленному изучению физики.

## СОСТАВИТЕЛИ ОТЧЕТА

**Государственное бюджетное учреждение «Республиканский центр мониторинга качества образования»**

№		ФИО, место работы, должность, ученая степень, ученое звание	Принадлежность специалиста к региональной ПК по предмету (при наличии)
1.	Ответственный специалист, выполнявший анализ результатов ЕГЭ по физике	Никитин Сергей Иванович, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Директор Института физики, кандидат физико-математических наук.	<i>Председатель предметной комиссии Республики Татарстан по физике</i>
2		Кудрова Светлана Александровна, ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования», начальник отдела методического сопровождения оценочных процедур.	<i>Ответственный специалист РЦОИ, координатор работы предметных комиссий РТ</i>
1	Специалисты, привлекаемые к анализу результатов ЕГЭ по физике	Афанасьева Гюзелия Кабировна, ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования», заместитель директора.	
2		Газизуллина Гузель Ибрагимовна, ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования», старший методист отдела методического сопровождения оценочных процедур.	
5		Югова Лада Николаевна, ГБУ «Республиканский центр мониторинга качества образования», заведующая сектором статистики.	