

Результаты ЕГЭ по физике 2019 г и перспективы 2020 г

к.т.н. Опаловский В.А.

учитель высшей квалификационной категории
методист корпорации «Российский учебник»

В презентации использованы материалы д.п.н. Демидовой М.Ю.
ФГБНУ «ФИПИ» <http://www.fipi.ru/>

2015	2016	2017	2018	2019
Процент выпускников, сдававших физику				
24	26	24	23	20
Средний балл				
51	50	53	53	54
Не преодолели минимальный барьер				
6,5 %	6,1 %	3,8 %	5,9 %	6,6 %
Показали хороший результат > 60 баллов				
17,2 %	15,3 %	21,4 %	24,2 %	28,2 %
Показали очень хороший результат > 80 баллов				
4,5 %	4,3 %	4,9 %	5,6 %	8,6 %
Количество выпускников, набравших 100 баллов				
224	143	278	269	473

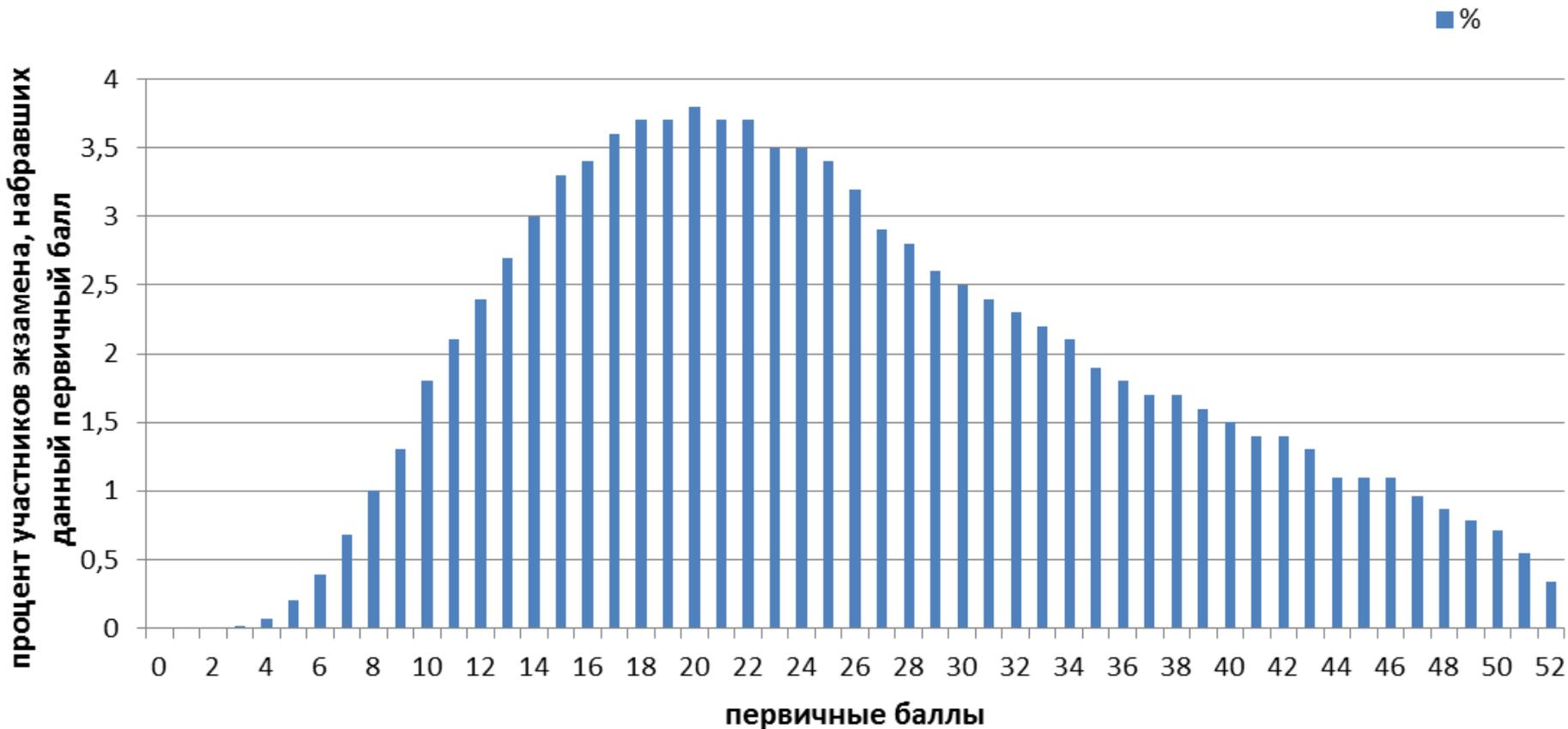
Для сравнения

Предмет	Средний балл	81-100 баллов, %
Английский язык	74	42,7
Русский язык	70	23,5
Информатика	62	21,7
Литература	63	15,9
Химия	57	11,5
История	55	9,4
Физика	54	8,6
Обществознание	55	7,8
География	57	7,4
Математика (профиль)	57	7,1
Биология	52	5,6

Количество участников ЕГЭ по физике

2017	155 281
2018	150 650
2019	149 400

Распределение результатов участников ЕГЭ-2019 по физике по первичным баллам



Процент выполнения ЕГЭ по темам

Раздел	2016	2017	2018	2019
Механика	52	60	61	54
МКТ и термодинамика	46	53	53	55
Электродинамика	42	49	50	50
Квантовая физики и элементы астрофизики	58	48	60	50

Процент выполнения ЕГЭ по видам деятельности

Вид деятельности	2016	2017	2018	2019
Применение законов и формул в типовых ситуациях	60	67	69	68
Анализ и объяснение явлений и процессов	59	63	61	60
Методологические умения	61	75	65	61
Решение задач	17	19	20	26

Задания, которые получаются хорошо

№	Тема	%
1	Механическое движение	69
2	Законы Ньютона, силы в механике	79
3	Закон сохранения	76
4	Статика и гидростатика, механические колебания и волны	72
5	Механика (объяснение явлений)	68
6	Механика (изменение физических величин)	70
8	МКТ	73
9	Работа в термодинамике, КПД	69
20	Фотоны, линейчатые спектры, закон радиоактивного распада	69
23	Механика – квантовая физика (методы научного познания)	80
24	Элементы астрофизики	67

Задания, которые не получаются хорошо

№	Тема	%
14	Законы постоянного тока	49
21	Квантовая физика (изменение величин, установление соответствий)	51
22	Механика – квантовая физика (методы научного познания)	43
25	Расчётная задача (механика, молекулярная физика)	35
26	Расчётная задача (молекулярная физика, электродинамика)	39
27	Расчётная задача (электродинамика, квантовая физика)	36
28	Качественная задача	27
29	Механика	19
30	Молекулярная физика	16
31	Электродинамика	18
32	Электродинамика, квантовая физика	18

Хорошо усвоенные умения

№	Умение
---	--------

1	Вычислять по формулам: сила упругости; сила трения; закон всемирного тяготения; закон сохранения механической энергии; потенциальная энергия пружины; кинетическая энергия; закон сохранения импульса; длина волны; период колебаний; условия равновесия рычага
---	---

2	Вычислять по формулам: зависимость средней кинетической энергии теплового движения молекул от температуры; уравнение состояния идеального газа; работа газа; первый закон термодинамики; КПД тепловой машины; количество теплоты
---	--

3	Вычислять по формулам: закон Кулона; закон Ома для участка цепи; формула Томпсона
---	---

4	Вычислять по формулам: закон радиоактивного распада
---	---

Хорошо усвоенные умения

№	Умение
5	Интерпретировать графики: равноускоренное движение; свободное падение; механические колебания маятника
6	Интерпретировать графики: изопроцессы
7	Интерпретировать графики: электромагнитные колебания
8	Интерпретировать графики: явление фотоэффекта
9	Определять по графику значения скорости и проекции ускорения
10	Строить изображение в собирающей линзе
11	Определять направление вектора напряжённости суммарного поля нескольких зарядов; силы Лоренца для движения заряда в поле постоянного магнита
12	Определять состав атома и атомного ядра; массовые и зарядовые числа ядер в ядерных реакциях

Хорошо усвоенные умения

№	Умение
13	Анализировать изменения физических величин: колебания математического и пружинного маятников; вращение тел на горизонтальном диске; движение спутников; свободное падение тел; плавание тел
14	Анализировать изменения физических величин: параметры теплового двигателя; параметры газа в изопроцессе
15	Анализировать изменения физических величин: параметры цепи постоянного тока; движение заряженных частиц в магнитном поле
16	Анализировать изменения физических величин: явление фотоэффекта

Хорошо усвоенные умения

№	Умение
17	Проводить комплексный анализ: неравномерное движение; график зависимости координаты от времени; плавание тел в различных жидкостях; колебательные движения тел (таблица значений координаты и времени); движение ИСЗ
18	Проводить комплексный анализ: изопроцессы; насыщенный и ненасыщенный пары; изменение агрегатных состояний вещества
19	Проводить комплексный анализ: действие силы Ампера на проводник с током; изменение параметров конденсатора; возникновение ЭДС индукции в движущемся проводнике; электромагнитные колебания
20	Записывать показания измерительных приборов (динамометр, манометр, вольтметр) с учётом погрешности измерений; выбирать недостающее оборудования для проведения косвенных измерений; выбирать установку для проведения исследований
21	Характеризовать свойства космических объектов

Плохо усвоенные умения

№	Умение
---	--------

- | | |
|---|---|
| 1 | Применять формулы: давление столба жидкости; основное уравнение МКТ; относительная влажность; совместное использование закона Кулона и закона сохранения электрического заряда; закон радиоактивного распада для элемента, образующегося в результате распада |
| 2 | Определять направление силы Лоренца для движения заряженных частиц вблизи проводника с током; направление индукционного тока |
| 3 | Анализировать изменение физических величин: изменение параметров смеси газов; изменение параметров колебательного контура; преломление света; излучение света атомом |
| 4 | Проводить комплексный анализ физических процессов: падение тел с учётом силы сопротивления воздуха |
| 5 | Записывать результаты измерений, выполненные методом рядов |
| 6 | Решать качественные задачи |
| 7 | Решать расчётные задачи повышенного и высокого уровней сложности |



Анализ заданий ЕГЭ 2019

Применение законов и формул в стандартных учебных ситуациях

Усвоение формул

Формулы, усвоенные хорошо (на уровне 75%)

второй закон Ньютона; кинетическая энергия; закон сохранения механической энергии; период колебаний математического маятника; условия равновесия рычага

зависимость средней кинетической энергии теплового движения молекул от температуры; основное уравнение МКТ; первый закон термодинамики; количество теплоты, необходимой для нагрева тела; работа газа в изобарном процессе; относительная влажность воздуха

закона радиоактивного распада

Усвоение формул

Менее успешно – расчёты по закону всемирного тяготения и по закону Кулона

Два одинаковых маленьких шарика массой m каждый, расстояние между центрами которых равно r , притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю $0,2$ нН. Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого из них $2m$, а расстояние между их центрами $2r$?

Ответ: _____ нН.

Усвоение формул

Ниже уровня усвоения

В сосуд глубиной 20 см налита вода, уровень которой ниже края сосуда на 2 см. Чему равно дополнительное к атмосферному давление столба воды на плоское дно сосуда?

Ответ: _____ кПа.

Ошибки:

- Использование 20 см, а не 18 см
- Непонимание фразы «Дополнительное к атмосферному давление столба воды»

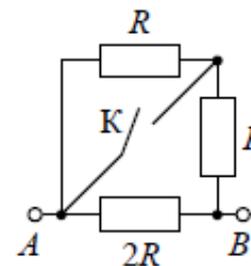
Результат: 43 %

Усвоение формул

Ниже уровня усвоения

На сколько уменьшится сопротивление участка цепи AB , изображенного на рисунке, если ключ K замкнуть? Сопротивление $R = 3$ Ом.

Ответ: на _____ Ом.



Результат: 20 %

Образец радиоактивного висмута находится в закрытом сосуде. Ядра висмута испытывают α -распад с периодом полураспада 5 суток. Какая доля (в процентах) от исходно большого числа ядер этого изотопа висмута распадется за 15 суток?

Ответ: _____ %.

49 % учеников указали верный ответ 87,5%

17 % учеников записали в качестве ответа 12.5 %, т.е. долю нераспавшихся ядер

Усвоение формул

Ниже уровня усвоения

В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре 100 °С под давлением 40 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшит объем пара в 4 раза?

Ответ: _____ кПа.

Давление насыщенного пара при температуре 100 °С равно нормальному атмосферному давлению – 100 кПа. Первоначально пар является ненасыщенным, поскольку его давление равно 40 кПа. При изотермическом уменьшении его объема в 2,5 раза он станет насыщенным и будет оказывать давление 100 кПа. При дальнейшем сжатии уже насыщенного пара его концентрация и давление будут оставаться неизменными, а часть пара будет конденсироваться. В этом задании 54% выпускников дали ответ 160 кПа, заменив пар на идеальный газ, а еще 26% предложили ответ 10 кПа, заменив сжатие на расширение ненасыщенного пара.

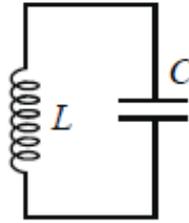
!!! Самое сложное задание на усвоение формул !!!

Усвоение формул

Ниже уровня усвоения

В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 5 \text{ В}$, $\omega = \pi \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$. Определите период колебаний напряжения на конденсаторе.

Ответ: _____ с.



Результат: 31 %

Усвоение формул

Задания на соответствие

Координата и скорость при равноускоренном движении	60
Сила тока и напряжение в цепи постоянного тока	50
Сила Лоренца	74
Показатель преломления при переходе света из одной среды в другую	75
Импульс фотона	63
Энергия фотона при поглощении или излучении кванта света	47

Усвоение формул

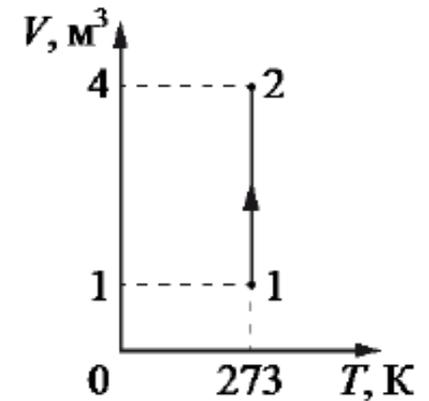
Краткий ответ с использованием графиков

Проекция ускорения (зависимость проекции скорости от времени)	79
Путь (зависимость проекция скорости от времени)	77
Коэффициент трения (сила трения от силы нормального давления)	93
Жёсткость пружины (сила упругости от удлинения пружины)	74
Удельная теплота плавления и парообразования	69
Удельная теплоёмкость	64
ЭДС индукции (магнитный поток от времени)	67
Период полураспада	85
Относительная скорость (расстояние между телами от времени)	54

Усвоение формул

Краткий ответ с использованием графиков

На рисунке представлен график зависимости объема идеального газа от его температуры в некотором процессе. В состоянии 1 давление газа было равно нормальному атмосферному давлению. Какое давление соответствует состоянию 2, если масса газа остается неизменной?



Ответ: _____ кПа.

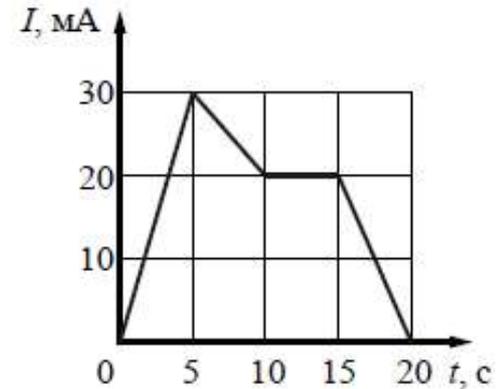
Результат: 44 %

Усвоение формул

Краткий ответ с использованием графиков

На рисунке показана зависимость силы тока I в проводнике от времени t . Определите заряд, прошедший по проводнику за интервал времени от 5 до 15 с.

Ответ: _____ мКл.



Результат: 45 %

При этом:

- Формулу для расчёта силы тока знают 90 %
- Аналогичное задание с графиком в виде одной прямой правильно выполняют 75%

Усвоение формул

Задания на соответствие между видом графиков и физическими величинами

Колебания нитяного маятника	87
Движение тела, брошенного под углом к горизонту	64
Движение шайбы по наклонной плоскости	58

Усвоение формул

Задания на соответствие между видом графиков и физическими величинами

Равноускоренное движение
(задано графиком зависимости координаты от времени)

<50

Основная ошибка: определение знака проекции скорости и ускорения

Усвоение формул

Задания на соответствие между видом графиков и физическими величинами

Электромагнитные колебания

<50

Основная ошибка: распознавание начальных условий (график силы тока путают с графиком заряда, а график энергии электрического поля конденсатора – с графиком энергии магнитного поля катушки)

Усвоение формул

Задания на соответствие между видом графиков и физическими величинами

Явление фотоэффекта и распространения электромагнитных волн

<50

Плохо распознают графики зависимости энергии фотоэлектронов от частоты падающего света и энергии фотонов от длины волны

Определение направления векторных величин

Определение направления векторных физических величин

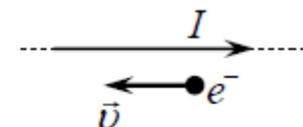
Задание №13

Задание	Процент выполнения
Определение результирующего вектора напряжённости поля двух зарядов	73
Определение направления силы Лоренца для протона, движущегося между полюсами магнита	62
Определение направления силы Лоренца для заряженной частицы, движущийся вдоль проводника с током	39

Определение направления векторных физических величин

Задание №13

Электрон e^- имеет скорость \vec{v} , направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

Для электронов – 35 %

Для протонов – 43 %

Частая ошибка: путают направления «вниз» и «от наблюдателя»; «вверх» и «к наблюдателю»

Анализ и объяснения явлений и процессов

Механика

Изменение физических величин

Движение тела под углом к горизонту	50
-------------------------------------	----

Движение ИСЗ	62
--------------	----

Изменение силы, действующей на брусок на вращающемся диске при изменении его скорости	70
---	----

Плавание тел	71
--------------	----

Колебания пружинного маятника	64
-------------------------------	----

Молекулярная физика

Изменение физических величин

Изменение параметров тепловой машины	62
Изменение параметров газов в изопроцессах	77

Электродинамика

Изменение физических величин

Изменение параметров цепи постоянного тока	54
Движение в магнитном поле	58

Квантовая физика

Изменение физических величин

Изменение параметров ядра в изотопах	54
Явление фотоэффекта	55

Проблемные задания

Изменение физических величин

При настройке действующей модели радиопередатчика учитель изменил емкость конденсатора, входящего в состав его колебательного контура, уменьшив расстояние между пластинами конденсатора. Как при этом изменятся частота излучаемых волн и длина волны излучения?

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.

<i>Частота излучаемых волн</i>	<i>Длина волны излучения</i>

Результат: 44 %

Получается: соотношение между длиной волны и частотой ЭМ излучения

Не получается: зависимость ёмкости плоского конденсатора от размеров

Комплексный анализ физических явлений (множественный выбор)

Механика

Равноускоренное движение (график зависимости проекции скорости от времени)	78
Плавание тел (график зависимости погруженной части тела от плотности жидкости)	53
Движение ИСЗ	86
Колебательные движения тел (таблица значений координаты и времени)	62

Молекулярная физика

Изменение агрегатных состояний вещества (график)	88
Циклический процесс в идеальном газе (график)	70
Изменение параметров газа в сосуде	65
Изопроцессы (таблица)	65
Насыщенный и ненасыщенный пары	50

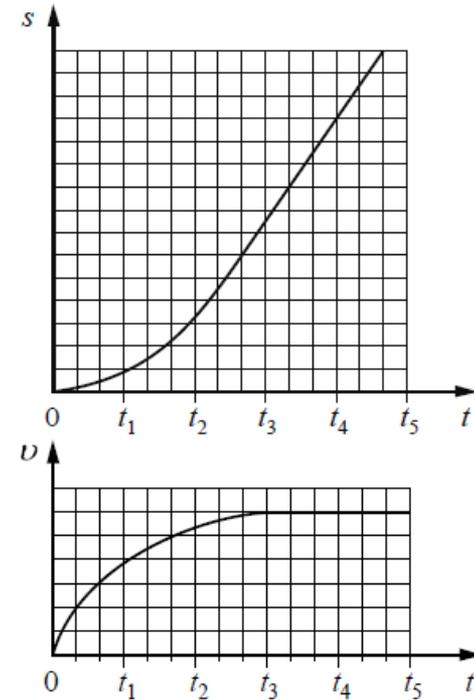
Электродинамика

Возникновение индукционного тока в рамке при изменении магнитного потока (график $B(t)$)	50
ЭДС индукции в движущемся проводнике	72
Действие силы Ампера на проводник с током	50
Электромагнитные колебания в контуре	64
Изменение расстояния между пластинами конденсатора	52

Проблемные задания

Учащиеся роняли с башни шарики для настольного тенниса и снимали их полет цифровой видеокамерой. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути s , пройденного шариком, и его скорости v от времени падения t .

Выберите два верных утверждения, характеризующих наблюдаемое падение.



- 1) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0-t_3)$ и оставалась постоянной при $t > t_4$.
- 2) В течение всего времени падения $(0-t_5)$ потенциальная энергия шарика в поле тяжести, отсчитываемая от основания башни, уменьшалась.
- 3) Сумма кинетической и потенциальной энергий шарика оставалась неизменной во время падения.
- 4) В течение всего времени падения $(0-t_5)$ величина импульса шарика постоянно возрастала.
- 5) Величина ускорения, с которым падал шарик, уменьшалась в интервале времени $(0-t_3)$.

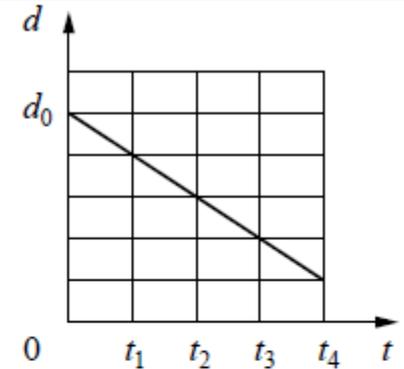
Проблемные задания

Анализ двух графиков для представленного движения показывает, что шарик падал сначала с уменьшающимся ускорением, а затем – равномерно. Полностью верный ответ 25 указали всего 14% выпускников. При этом простое утверждение об изменении потенциальной энергии выбрали 56% экзаменуемых. Четверть участников экзамена посчитали верным утверждение 3 о неизменности полной механической энергии, 11% указали на неизменность ускорения в процессе падения. Все эти участники просто перенесли на предложенную ситуацию модель свободного падения при отсутствии сил сопротивления воздуха.

Проблемные задания

Плоский воздушный конденсатор емкостью C_0 , подключенный к источнику постоянного напряжения, состоит из двух металлических пластин, находящихся на расстоянии d_0 друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике.

Выберите **два** верных утверждения, соответствующих описанию опыта.



- 1) В момент времени t_4 емкость конденсатора увеличилась в 5 раз по сравнению с первоначальной (при $t = 0$).
- 2) В интервале времени от t_1 до t_4 заряд конденсатора возрастает.
- 3) В интервале времени от t_1 до t_4 энергия конденсатора равномерно уменьшается.
- 4) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряженность электрического поля между пластинами конденсатора остается постоянной.
- 5) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряженность электрического поля между пластинами конденсатора убывает.

Проблемные задания

Поскольку в описанном опыте конденсатор остается подключенным к источнику постоянного напряжения, то напряжение между обкладками конденсатора остается неизменным. График показывает, что расстояние между пластинами уменьшается в промежутке времени от t_1 до t_4 в 5 раз. Следовательно, емкость конденсатора увеличивается в 5 раз, значит, и заряд конденсатора увеличивается. Напряженность электрического поля между пластинами конденсатора также увеличивается. Полностью верный ответ 12 выбрали 30% участников экзамена. 12% выбрали дополнительно ко второму еще и четвертое утверждение, перепутав напряженность с напряжением. 17% выпускников выбрали ответы 3 и 5, неверно интерпретировав описанный в задании процесс.

Элементы астрофизики

Диаграмма Герцшпрунга-Рассела	66
Характеристики ярких звёзд (температура поверхности, масса, радиус, созвездие)	68
Характеристики звёзд (температура поверхности, масса, радиус, средняя плотность)	58

Элементы астрофизики

Диаграмма Герцшпрунга-Рассела

Успешно

Сравнение длительности «жизненного цикла» звёзд разных спектральных классов главной последовательности

Соотнесение звёзд к главной последовательности, красным гигантам и белым карликам по их описаниям

Распознавание различий в плотностях звёзд главной последовательности, красных гигантов и белых карликов

Элементы астрофизики

Диаграмма Герцшпрунга-Рассела

Затруднения

Затруднения вызывают утверждения, связанные с понятиями «светимость» и «абсолютная звездная величина». Например, к типичным ошибкам можно отнести выбор в качестве верных утверждений «Чем выше температура звезды, тем больше ее светимость» и «Чем ниже температура поверхности звезды, тем меньше ее абсолютная звездная величина».

Элементы астрофизики

Характеристики ярких звёзд

Затруднение вызывает отнесение звёзд по их характеристикам к красным гигантам и сверхгигантам.

Элементы астрофизики

Характеристики звёзд

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Поллукс	5100	0,83	0,83	2,1
Денеб	8550	21	210	$3,3 \cdot 10^{-6}$
Садр	6500	12	255	$1,1 \cdot 10^{-6}$
40 Эридана В	16 000	0,5	0,14	$2,7 \cdot 10^2$
Ригель	11 200	40	138	$2,2 \cdot 10^{-5}$
Процион В	9700	0,6	0,02	$1,1 \cdot 10^5$
Эль-Нат	14 000	5	4,2	0,1

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

- 1) Средняя плотность звезды Денеб больше, чем средняя плотность Солнца.
- 2) Звезда Садр относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцишпрунга – Рассела.
- 3) Температура поверхности Ригеля соответствует температурам звезд спектрального класса G.
- 4) Звезда Поллукс относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцишпрунга – Рассела.
- 5) Звезда Процион В относится к белым карликам.

Элементы астрофизики

Характеристики звёзд

Затруднение вызывает отнесение звёзд к главной последовательности, гигантам и белым карликам по сравнению их плотностей. Без подсказки в виде диаграммы Герцшпрунга-Рассела значительная часть участников экзамена затрудняется в определении спектрального класса звезды по температуре её поверхности.

Методологические умения

Задание №22

Запись показаний измерительных приборов с учётом заданной погрешности

Средний процент выполнения	43
Получается: снятие показаний с амперметров, вольтметров, динамометров.	
Не получается: масса или длина объектов с использованием метода рядов	

Задание №22

Запись показаний измерительных приборов с учётом заданной погрешности

Школьный реостат состоит из керамического цилиндра, на который плотно, виток к витку, намотана проволока. Для выполнения лабораторной работы по измерению удельного сопротивления материала, из которого изготовлена проволока реостата, необходимо измерить ее диаметр. Ученик насчитал 40 витков проволоки, а длина намотки, измеренная линейкой, составила 3 см. Чему равен диаметр проволоки по результатам этих измерений, если погрешность линейки равна ± 1 мм?

Ответ: (_____ \pm _____) мм.

Результат: 24 %

Получается: правильно определить диаметр проволоки, разделив 3 на 40
Не получается: определить погрешность (либо не указывается, либо 1мм)

Задание №23

Выбор оборудования для проведения эксперимента

Выбор экспериментальной установки, представленной в виде схематического рисунка	80
Таблица с характеристиками установки: Зависимость сопротивления от свойств проводника	90
Таблица с характеристиками установки: Зависимость периода колебаний от характеристик нитяного маятника	80
Таблица с характеристиками установки: Зависимость периода и частоты электромагнитных колебаний от параметров контура	62

Решение задач: краткий ответ

Задача с краткой записью ответа: механика	38 %
--	------

Задача с краткой записью ответа: молекулярная физика	40 %
---	------

Задача с краткой записью ответа: электродинамика	29 %
---	------

<i>В среднем:</i>	37 %
-------------------	------

Задачи с кратким ответом

Выше уровня усвоения (50 %)

Движение связанных тел на нити, перекинутой через неподвижный блок

Применение уравнения Менделеева-Клапейрона с учётом данных графика зависимости давления газа от его объёма

Механика

Кинематика	44
Динамика	45
Движение тела под действием силы, направленной под углом к горизонту	18

Механика

Пример задачи на кинематику

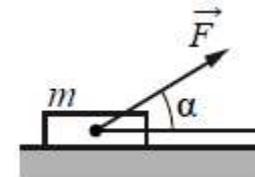
Какой путь пройдет тело за 2 с, двигаясь по прямой в одном направлении, если его скорость за это время уменьшается в 3 раза? Модуль ускорения тела равен 5 м/с^2 .

Ответ: _____ м.

Механика

Наиболее сложная задача

Брусок массой $m=2$ кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом $\alpha=30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu=0,2$. Модуль силы трения, действующей на брусок, $F_{\text{тр}} = 2,8$ Н. Чему равен модуль силы F ?



Ответ: _____ Н.

Результат: 18 %

Типичная ошибка: неверная запись для силы трения. Без учёта того, что сила нормального давления не равна силе тяжести, а меньше её на величину, равную проекции силы F на вертикальную ось

Молекулярная физика

Изопроцессы

Более успешно

Уравнение Менделеева-Клапейрона

Применение первого закона термодинамики к изобарному процессу

Менее успешно

Молекулярная физика

Наиболее сложная задача

Аргону сообщили количество теплоты, равное 30 кДж, и он изобарно расширился. При этом объем газа увеличился на $0,6 \text{ м}^3$. Каково давление газа? Масса газа постоянна.

Ответ: _____ кПа.

В этом задании лишь 19% участников экзамена привели верный ответ – 20 кПа. Четверть выпускников записали ответ 50кПа, разделив количество теплоты на изменение объема и не вникая в суть описанного процесса.

Электродинамика

Цепь постоянного тока	44
Движение заряженных частиц в магнитном поле	46
Движение проводника в магнитном поле	23
Формула тонкой линзы	28
Дифракционная решётка	33
Электромагнитные колебания	8

Электродинамика

Пример задачи про движение частиц в МП

Две частицы с отношением зарядов $\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{8}$ движутся в однородных магнитных полях, перпендикулярных их скоростям: первая – в поле с индукцией B_1 ; вторая – в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение радиусов траекторий частиц $\frac{R_2}{R_1}$, если их импульсы одинаковы, а отношение модулей индукции $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

Ответ: _____.

Здесь 47% выпускников записали верный ответ – 4, а почти 20% указали вместо него ответ 0,25. Ясно, что они верно записали все формулы и провели преобразования, но нашли отношение радиуса траектории первой частицы к радиусу второй.

Электродинамика

Пример задачи про линзу

Фокусное расстояние собирающей линзы равно 40 см. На каком расстоянии от линзы находится предмет, если линза дает его мнимое изображение на расстоянии 60 см от линзы?

Ответ: _____ см.

Здесь 28% участников экзамена записали верный ответ – 90 см, еще 9% записали в ответ 30 см, т.е. подсчитали расстояние до предмета и забыли прибавить к нему расстояние до изображения, а еще 26% решили задачу для действительного изображения.

Электродинамика

Наиболее сложная задача

В таблице показано, как менялся ток в катушке идеального колебательного контура при свободных электромагнитных колебаниях в этом контуре.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I, 10^{-3} \text{ А}$	4,0	2,83	0	-2,83	-4,0	-2,83	0	2,83	4,0	2,83

Вычислите по этим данным энергию катушки в момент времени $5 \cdot 10^{-6} \text{ с}$, если емкость конденсатора равна 405 пФ. Ответ выразите в наноджоулях (нДж), округлив до целого.

Ответ: _____ нДж.

Формулу для энергии магнитного поля знают.

Ошибки:

- Неверное округление

- Проблема с расчётом индуктивности катушки через ёмкость конденсатора и период колебаний, который необходимо было узнать по таблице

Решение задач: качественные задачи

Качественная задача

Впервые зафиксирован резкий рост результатов

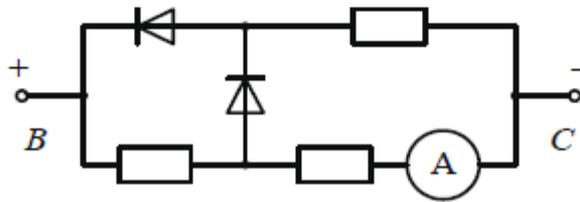
2015	15,5
2016	15,3
2017	13,4
2018	8,5
2019	27,4

Задача	Полностью справились
Изменение относительно влажности воздуха и плотности водяных паров при изменении парциального давления водяного пара	16 %
Заряд электрометров, связанных металлическим стержнем, при поднесении заряженной палочки	12 %
Сравнение времени закипания воды в сосудах с нагревателями, обмотки которого подключают параллельно и последовательно	12 %
Перестроение графика циклического процесса из координат VT в pV и сравнение работ газа на двух участках	23 %

Качественная задача

Наиболее сложная задача

Три одинаковых резистора и два одинаковых идеальных диода включены в электрическую цепь, показанную на рисунке, и подключены к аккумулятору в точках В и С. Показания амперметра равны 2 А. Определите силу тока через амперметр при смене полярности подключения аккумулятора. Нарисуйте эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора. Опираясь на законы электродинамики, поясните свой ответ. Сопротивлением амперметра и внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.



Качественная задача

Наиболее сложная задача

Здесь в первом случае верхний диод включен в обратном направлении, обладает бесконечно большим сопротивлением и ток через него не течет. Получается, что первый резистор соединен последовательно с двумя другими, соединенными параллельно друг другу. При смене полярности подключения аккумулятора верхний диод окажется включенным в прямом направлении и ток через левый резистор протекать не будет. Соответственно, уменьшится общее сопротивление цепи, а сила тока станет равной 6 А.

Результат:

3 балла: 4 %

2 балла: 2 %

1 балл: 8 %

Решение задач: развёрнутый ответ

Расчётные задачи с развёрнутым ответом

Механика	19 %
----------	------

МКТ и термодинамика	16 %
---------------------	------

Электродинамика	18 %
-----------------	------

Квантовая физика	16 %
------------------	------

«Значительный прирост наблюдается для решения задач. Особенно заметен прирост для заданий с развёрнутым ответом, к решению которых применимы типовые алгоритмы действий».

Механика

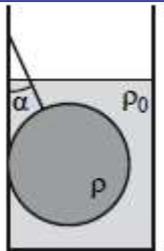
Высокий процент выполнения

Задача	3 балла
Применение ЗСИ к неупругому удару	32 %
Закон изменения энергии с учётом потерь на работу силы трения	31 %
Шар подвешен на нити, привязанной к стенке сосуда, и полностью погружён в воду	28 %

Механика

Высокий процент выполнения

Железный шар массой 2,5 кг подвешен на нити и полностью погружен в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите силу, с которой шар действует на нить. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.



Результат: 28 %

Механика

Сложные задачи

Задача	Процент выполнения
Статика: палочка, частично погруженная в жидкость	<10
Равновесие двух грузов на стержне, закреплённом на двух опорах	
Отскок свободно падающего тела от наклонной плоскости с последующим движением под углом к горизонту	
Абсолютно неупругое столкновение двух тел с последующим их отскоком от сжатой пружины	

Механика

Сложные задачи

С высоты H над землёй начинает свободно падать стальной шарик, который через время $t = 0,4$ с сталкивается с плитой, наклонённой под углом 30° к горизонту. После абсолютно упругого удара он движется по траектории, верхняя точка которой находится на высоте $h = 1,4$ м над землёй. Чему равна высота H ?

Молекулярная физика

КПД цикла теплового двигателя	27
Изменение относительной влажности в комнате при работе увлажнителя воздуха	22
Сравнение работы газа в изобарном и адиабатном процессах	18
Подъём пузырька воздуха со дна равномерно нагретого водоёма	12
Уравнение теплового баланса	10

Молекулярная физика

Пример сложной задачи

Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. В первом сосуде находится $\nu_1 = 2$ моль гелия при температуре $T_1 = 400$ К; во втором – $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре $T_2 = 300$ К. Кран открывают. В установившемся равновесном состоянии давление в сосудах становится $p = 5,4$ кПа. Определите объем V одного сосуда. Объемом трубки пренебречь.

Лишь 6% участников экзамена смогли понять, что в указанном процессе газ не совершает работы, а поскольку система является теплоизолированной, то в соответствии с первым законом термодинамики суммарная внутренняя энергия газов сохраняется, записать соответствующее уравнение совместно с уравнением Менделеева – Клапейрона и провести необходимые математические преобразования. Еще 12% смогли записать часть необходимых уравнений, но допустили ошибку в записи первого закона термодинамики и получили за решение 1 балл.

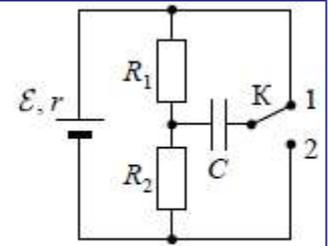
Электродинамика

Мощность цепи постоянного тока	26
Мощность цепи постоянного тока при «закорачивании» резистора при замыкании ключа	24
Движение в магнитном поле конического маятника с заряженным шариком	20
Движение заряженного шарика, подвешенного на вертикальной нити, в горизонтальном эл. поле	4
Перезарядка конденсатора	4

Электродинамика

Пример сложной задачи

В электрической цепи, показанной на рисунке, $r = 1 \text{ Ом}$, $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 7 \text{ Ом}$, $C = 0,2 \text{ мкФ}$, ключ K длительное время находится в положении 1. За длительное время после перевода ключа K в положение 2 изменение заряда на правой обкладке конденсатора $\Delta q = -0,55 \text{ мкКл}$. Найдите ЭДС источника \mathcal{E} .



Понимают: напряжение на конденсатора равно напряжению на резисторе, который подключён параллельно.

Трудность: перевод ключа из положения 1 в положение 2 меняет полярность подключения конденсатора к источнику. Правая обкладка, которая первоначально была заряжена положительно, приобретает отрицательный заряд.

Квантовая физика

Нагрев воды при помощи электромагнитного излучения	35
Явление фотоэффекта	20
Движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях	14
Задача на фотоэффект, где ток насыщения определялся по графику зависимости силы тока от напряжения между анодом и катодом	<10

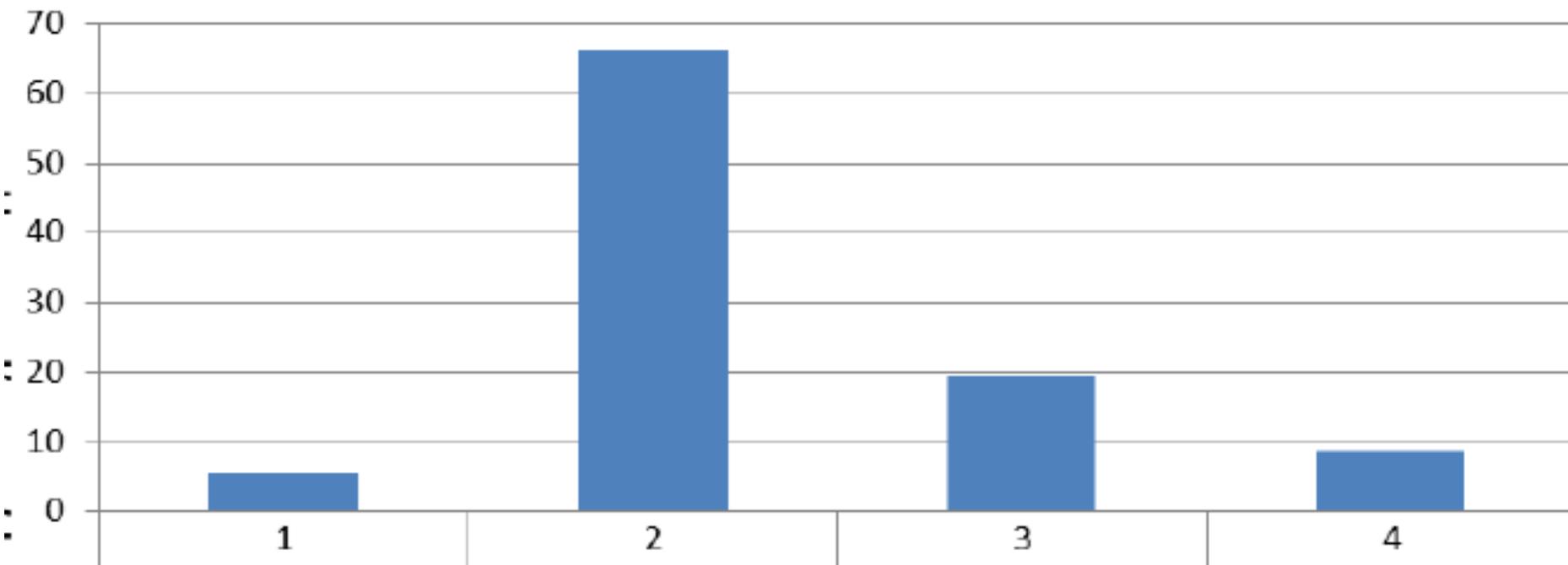
Анализ результатов учеников с разным уровнем подготовки

Распределение результатов выпускников на 4 группы

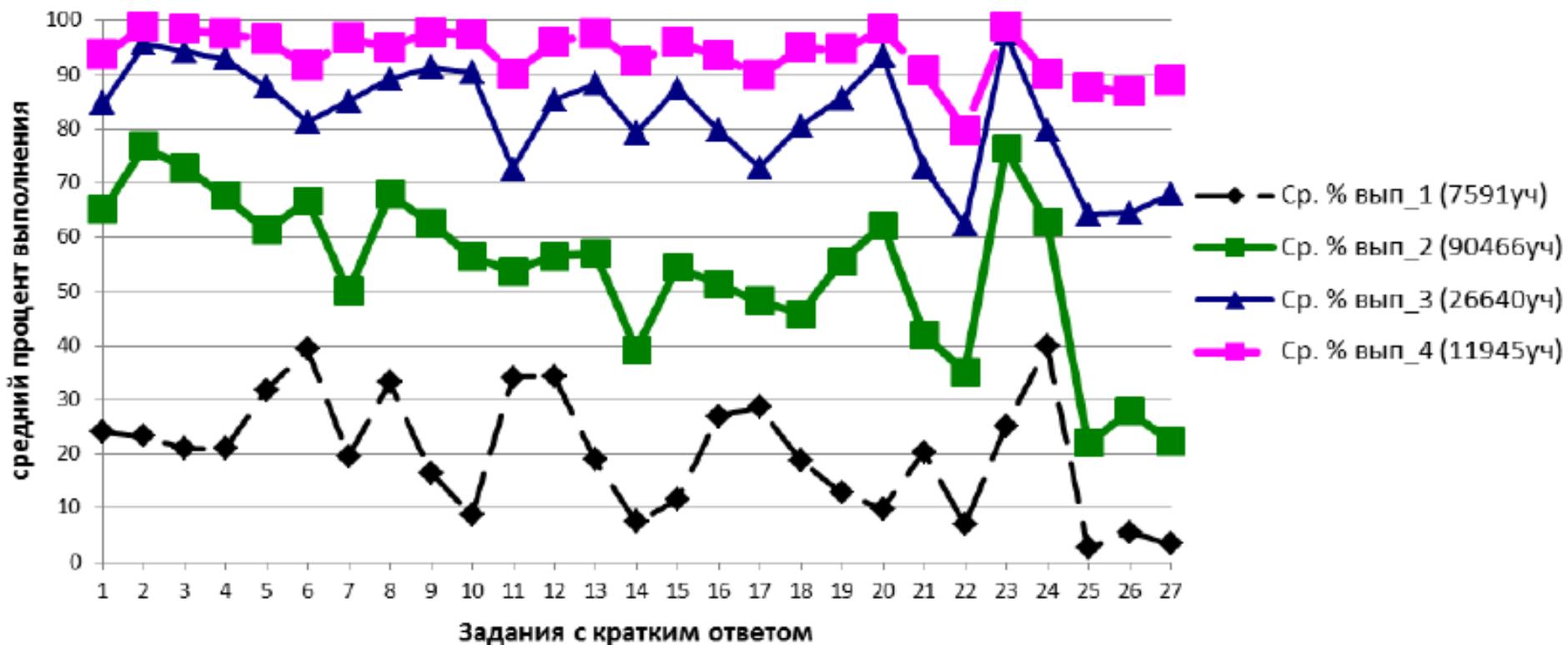
Группа	Баллы
1	0 – 35
2	36 – 60
3	61 – 80
4	81 – 100

Распределение участников ЕГЭ по физике по уровням подготовки

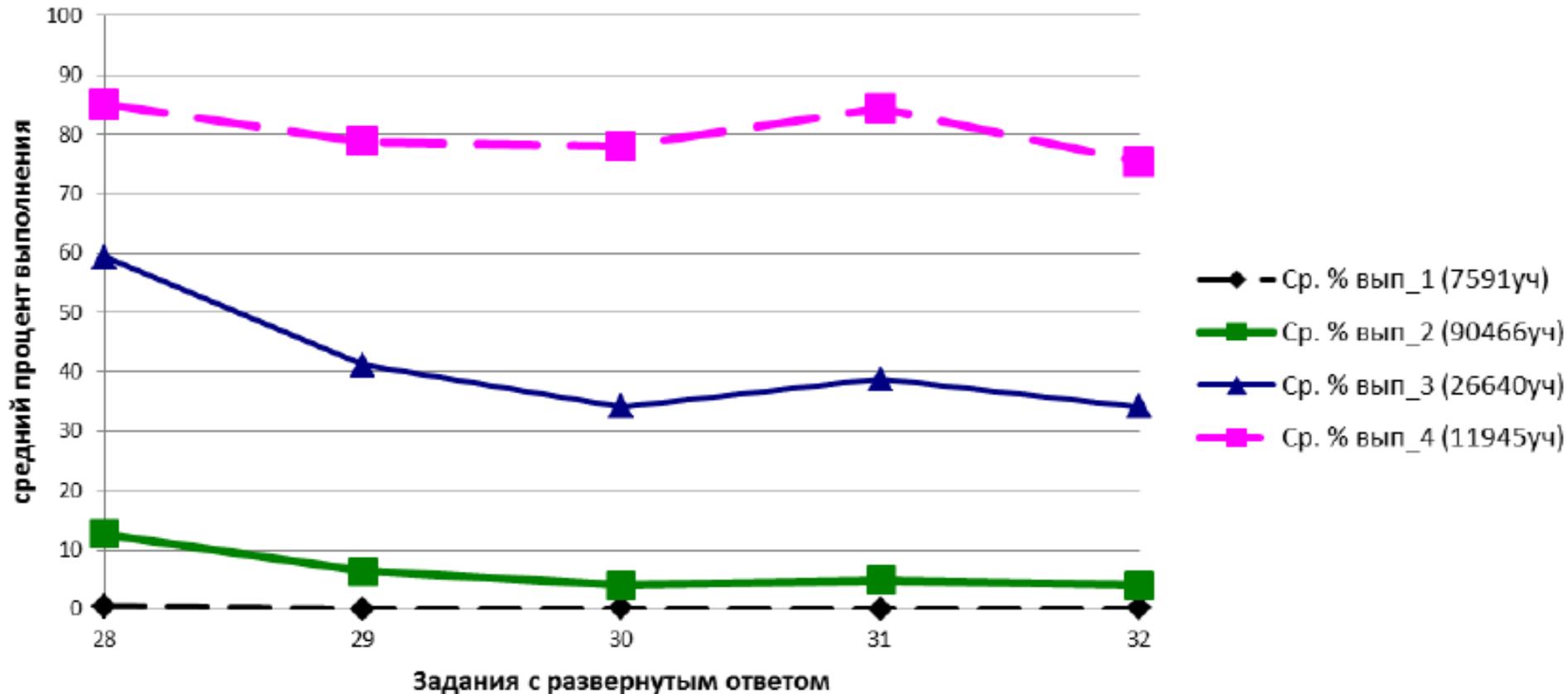
■ %



Средний процент выполнения заданий с кратким ответом участниками с различным уровнем подготовки



Средний процент выполнения заданий с развернутым ответом участниками с различным уровнем подготовки



Группа 1

Задания с уровнем усвоения выше 25 %

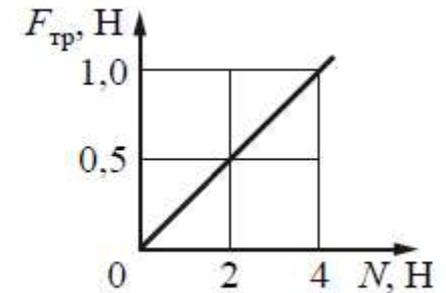
5	Механика (<i>объяснение явлений</i>)
6	Механика (<i>изменение физ. величин</i>)
8	МКТ
11	МКТ, термодинамика (<i>объяснение явлений</i>)
12	МКТ, термодинамика (<i>соответствия</i>)
16	Электродинамика (<i>объяснение явлений</i>)
17	Электродинамика (<i>изменение физ. величин</i>)
23	Методы научного познания
24	Астрофизика

Группа 1

Наиболее успешное задание

При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения $F_{тр}$ бруска от модуля силы нормального давления N получен график, представленный на рисунке. Определите коэффициент трения.

Ответ: _____.



Результат: 45 %

Группа 2

Проблемы

Квантовая физика	40
Решение задач повышенного уровня сложности	22
Решение задач высокого уровня сложности	5

Группа 2

Проблемы

В задачах высокого уровня сложности ученики второй группы как правило приступают только к механике. Где записывают часть необходимых уравнений, чего не достаточно для получения 1 балла.

Группа 2

Пример успешного задания

*Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. В некоторый момент времени спутник проходит точку **минимального** удаления от Земли. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения относительно движения спутника.*

- 1) *Ускорение спутника при прохождении этого положения равно 0.*
- 2) *Полная механическая энергия спутника в этом положении достигает максимума.*
- 3) *Кинетическая энергия спутника при прохождении этого положения максимальна.*
- 4) *Сила притяжения спутника к Земле в этом положении максимальна.*
- 5) *Скорость спутника при прохождении этого положения минимальна.*

Результат: 70 %

Основные дефициты ЕГЭ

Методологические умения

Решение задач

Основные дефициты ЕГЭ

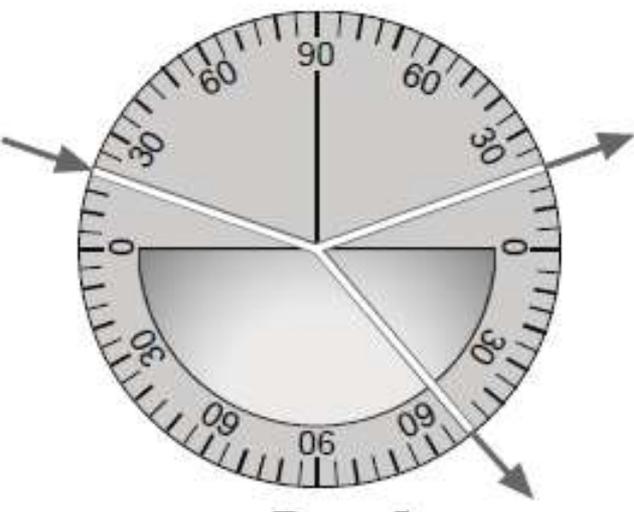
Методологические умения

Задание №22 Методы научного познания

Результат: 43 %

Основные дефициты ЕГЭ

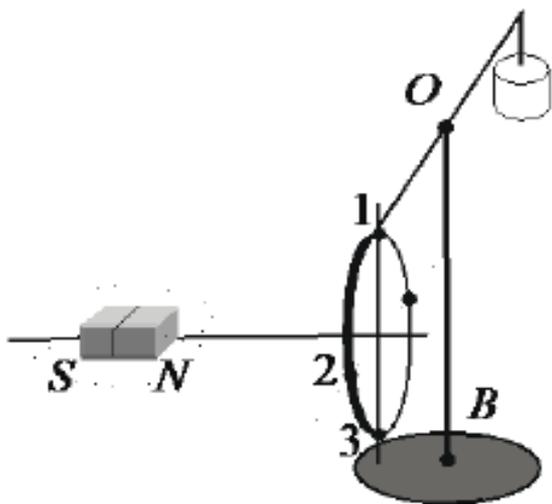
Методологические умения



2/3 учеников неверно определяют углы падения, отражения и преломления. 40% указывают, что углы падения и отражения равны 20 градусов.

Основные дефициты ЕГЭ

Методологические умения



Подразумевается, что сложным элементом этого задания является определение направления индукционного тока. Но почти половина учеников делает ошибку в направлении движения коромысла с кольцом.

Основные дефициты ЕГЭ

Методологические умения

Вывод: недостаточный объём работы учеников с реальным оборудованием.

Основные дефициты ЕГЭ

Решение задач

Решение задач – наиболее важный вид деятельности, проверяемый в ЕГЭ, и наиболее востребованный при поступлении в ВУЗы. Данный вид деятельности показывает наиболее низкие результаты.

Повышенный уровень сложности: 36 %
Высокий уровень сложности: 17,2 %

Основные дефициты ЕГЭ

Решение задач

Проблемы:

- Умение анализировать условия задачи;
- Умение правильно записывать решение задачи.

Сложные математические преобразования вызывают гораздо меньше затруднений, чем понимание физической модели.

Основные дефициты ЕГЭ

Решение задач

Запись решения задачи.

- Наличие верного ответа не является гарантией максимального балла.
- В качестве исходных формул принимаются только те, что указаны в кодификаторе. Если появляется какая-либо производная формула без вывода – она не учитывается.
- Форма записи основных формул не важен. Но если ученик вводит нестандартные обозначения – он должен их оговаривать.
- При решении задач по действиям может получиться такое округление результата, которое не будет засчитано.



Изменения в КИМ ЕГЭ – 2020

Изменения КИМ ЕГЭ 2020

Задание №25 теперь будет иметь номер 28, оцениваться в два балла и выполняться с развёрнутым ответом

В задании №24 вместо «выберите два верных утверждения» будет «выберите все верные утверждения»

Максимальный тестовый балл увеличен до 53

Изменения КИМ ЕГЭ 2020

Критерии задания №28

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;

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

III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Частично верный ответ должен включать в себя всю физическую часть решения (представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи), но допускает ошибки в математических преобразованиях или расчетах.

№28 Механика, молекулярная физика (расчётная задача)

Изменения КИМ ЕГЭ 2020

Задание №24

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран А	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ϵ Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда Альдебаран относится к звездам спектрального класса К.
- 2) Звезда Ригель относится к сверхгигантам.
- 3) Наше Солнце имеет максимальную температуру поверхности среди звезд главной последовательности на диаграмме Герципрунга – Рассела.
- 4) Звезда α Центавра А относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герципрунга – Рассела.
- 5) Звезда ϵ Возничего В относится к белым карликам.

«все верные утверждения» – это 2 либо 3 ответа

Опаловский Владимир Александрович

Методист по физике и астрономии корпорации «Российский учебник»



- ✓ Учитель высшей квалификационной категории
- ✓ Педагогический стаж 15 лет
- ✓ Кандидат технических наук

Opalovskiy.VA@rosuchebnik.ru

rosuchebnik.ru, rosuchebnik.pf

Москва, Пресненская наб., д. 6, строение 2
+7 (495) 795 05 35, 795 05 45, info@rosuchebnik.ru

Нужна методическая поддержка?

Методический центр
8-800-2000-550 (звонок бесплатный)
metod@rosuchebnik.ru

Хотите купить?

 **book 24**

Официальный интернет-магазин
учебной литературы book24.ru



Цифровая среда школы
lecta.rosuchebnik.ru



Отдел продаж
sales@rosuchebnik.ru

Хотите продолжить общение?



youtube.com/user/drofapublishing



fb.com/rosuchebnik



vk.com/ros.uchebnik



ok.ru/rosuchebnik