

Замечания по второй части экзаменационной работы

Результаты выполнения второй части можно сравнивать с аналогичными результатами прошлого года (см. таблицу 20), так как вторая часть не претерпела никаких структурных изменений: она содержит три стандартные расчетные задачи с кратким ответом, качественную задачу и четыре расчетных задачи высокого уровня сложности, предполагающие развернутый ответ.

Таблица 20.

Результаты выполнения расчётных задач с кратким ответом в сравнении с прошлым годом.

Обозначения задания в работе	Средний процент выполнения	
	2016 год	2017 год
24	22,39	33,58
25	24,93	33,63
26	25,26	20,05

Как видно из данных таблицы, стандартные расчётные задачи с кратким ответом в 2017 году выполнены несколько лучше, чем в 2016 году.

В задаче № 24 требовалось применить закон сохранения импульса для описания движения снаряда и его двух осколков, разлетающихся под некоторым углом в плоскости. Именно необходимость сложения векторов импульса на плоскости и является, на наш взгляд, наибольшим источником затруднений.

Задача № 25 рассматривает изобарное расширение идеального одноатомного газа и требует применения первого начала термодинамики. Она выполнена несколько лучше других.

В задаче № 26 требуется найти максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения. Именно эта задача вызвала наибольшие трудности. Дополнительное усложнение – необходимость расчета постоянной решётки.

Все предложенные экзаменуемым расчетные задачи с кратким ответом действительно являются стандартными, традиционными, широко представлены не только в открытом сегменте КИМ ЕГЭ, но и в классических школьных задачниках.

Задания, подразумевающие развернутый ответ.

Задания, требующие развернутого ответа, являются сложными комплексными задачами, проверяющими усвоение материала сразу нескольких тем. В таблице 21 приводятся результаты выполнения этих заданий в 2016 и 2017 годах.

Таблица 21.

Сравнение результатов выполнения заданий с развёрнутым ответом в 2016 и 2017 годах.

Обозначения задания в работе	Процент выполнения задания, то есть процент ответов, оцененных 2 и 3 баллами	
	2017 год	2016 год
27	27,7	10,5
28	26,7	12,6
29	15,4	14,3
30	12,7	3,0
31	16,4	21,8

Очевидно, что практически все задачи с развернутым ответом в 2017 году выполнены лучше, чем в 2016.

Анализ типичных ошибок заданий с развернутым ответом

Задание 27 (качественная задача).

Традиционно к качественной задаче приступает большинство экзаменуемых, даже принадлежащих к наиболее слабой группе. Тем не менее, кажущаяся простота – не нужны формулы и расчеты, можно обойтись только словами – является обманчивой. Поэтому процент выполнения этого типа задач также традиционно низок.

Качественные задачи, используемые в КИМ 2017 в Санкт-Петербурге, на всех экзаменах были построены на основе стандартных демонстрационных или фронтальных опытов, являющихся традиционным атрибутом школьного физического образования.

Формулировка качественной задачи на основном экзамене представлена ниже:

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.

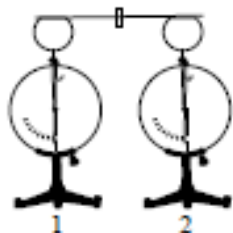


Рис. 1

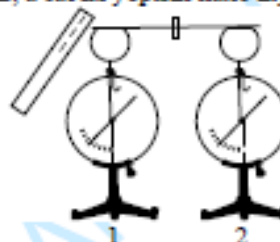


Рис. 2

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

Демонстрации опытов с электрометром являются методически важнейшими в разделе «Электростатика» школьного курса, добросовестный учитель должен показывать этот опыт при любом формате изучения предмета. Тем не менее, задание вызвало затруднения у всех групп экзаменуемых, кроме самой сильной. Участники экзамена проявили непонимание явления электростатической индукции в проводниках и принципа работы электрометра.

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.

Поскольку к выполнению этого задания приступило большинство экзаменуемых, можно сделать выводы о том, что опыты с электрометром для них все-таки узнаваемы. Вызывают вопросы методика проведения этих опытов и те комментарии, которые при этом делаются.

Именно качественная задача вызвала и наибольшие проблемы при проверке экзаменационных работ: на неё приходится 50 третьей проверки.

Следует также отметить, что в половине используемых в Санкт-Петербурге вариантов КИМ использовалась более простая, если не сказать элементарная, редакция данной задачи: к одному электрометру подносили заряженную палочку

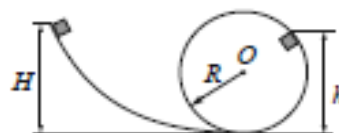
и просили указать знак заряда на стрелке электрометра. Процент выполнения качественной задачи по этим вариантам существенно выше. На наш взгляд, именно это обстоятельство обусловило достаточно большой средний процент выполнения качественной задачи в целом по региону.

Задание 28 (расчётная задача по механике)

Задача о движении бруска по гладкой «мертвой петле» является достаточно стандартной, представленной в традиционных задачниках и пособиях по подготовке к экзамену:

28

Небольшой кубик массой $m = 1$ кг начинает скользить с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мертвую петлю» радиусом $R = 2$ м (см. рисунок). С какой высоты H был отпущен 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.



Процент ее выполнения тоже достаточно высок, с ней в целом успешно справились и «хорошисты», и «отличники».

Задача позволяет проверить знание и понимание и закона сохранения механической энергии, и основных законов ньютоновской динамики, а также понимание специфики криволинейного движения. И если с «энергетической» частью решения задачи экзаменуемые справлялись, как правило, успешно, то «динамическая» часть решения выявила определенные проблемы. 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.

Достаточно большой процент третьей проверки (20) связан, на наш взгляд, с рядом факторов:

- многие экзаменуемые решали задачу в неинерциальной системе отсчета, не давая необходимых комментариев;

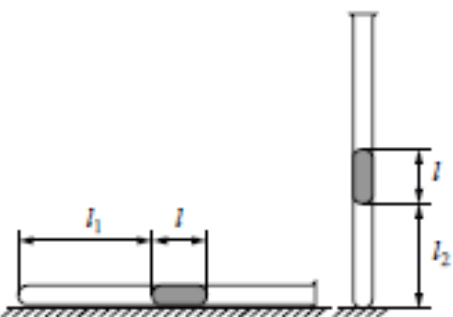
- третий закон Ньютона во многих работах не указывался в явном виде, поэтому кто-то из экспертов его засчитывал, а кто-то не находил и потому не засчитывал.

Эта задача часто рассматривалась в ходе апелляционных процедур. Камнем преткновения при этом являлось, как правило, непонимание различия силы давления на опору и силы нормальной реакции опоры, а также ошибки при решении задачи в неинерциальной системе отсчета.

Задание 29 (расчётная задача по МКТ и термодинамике)

Задача по молекулярной физике также является традиционной абитуриентской задачей:

29 В запаянной с одного конца длинной горизонтальной стеклянной трубке постоянного сечения (см. рисунок) находится столбик воздуха длиной $l_1 = 30,7$ см, запёртый 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.



Задание проверяет знание и умение применить уравнение Клапейрона-Менделеева (или закон Бойля-Мариотта) для разных состояний газа с учетом давления вертикального столбика ртути. Если экзаменуемые приступали к выполнению этого задания, то в целом, справлялись с ним успешно. Если говорить о часто встречающихся смысловых проблемах, то можно отметить следующие:

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

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

Учащиеся самой сильной группы с данной задачей справились, тем не менее, уже у средней группы (61-80 баллов) она вызвала существенные затруднения.

Эта задача дала 12 от всей третьей проверки. Основной проблемой экспертов явилось то, что экзаменуемые часто расписывали решение очень коротко, «сворачивая» рассуждения в одну-две формулы.

Задание 30 (Расчётная задача по электродинамике)

Данная задача касается относительного движения по параллельным рельсам двух проводников в вертикальном магнитном поле:

- 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.



Задача носит комплексный характер, позволяет проверить знания разных разделов курса физики и, в этом смысле, является показательной. Для ее успешного решения необходимо применение знаний как законов электромагнетизма (закон электромагнитной индукции, сила Ампера, закон Ома, правило расчета сопротивления последовательно соединенных проводников), так и законов механики (второй закон Ньютона, правило сложения скоростей). Следует отметить, что у большинства участников, приступивших к выполнению данного задания, решение шло в правильном направлении, было проявлено знание многих из указанных выше закономерностей. Наиболее часто встречающаяся ошибка – решение задачи в системе отсчета, связанной с Землей, в результате которого либо неправильно складывались ЭДС индукции, либо неверно применялся закон Ома.

Данная задача имеет самый маленький процент выполнения. На неё приходился достаточно большой процент апелляций. Это обусловлено во многом тем, что для её полного правильного решения требуется 7 формул. Апеллянты не понимали, что при отсутствии (или ошибочной записи) двух из них, в

соответствии с обобщенными критериями оценивания они не могли получить даже один первичный балл.

Третья проверка по этой задаче (10) в большинстве случаев была спровоцирована тем, что именно при проверке этой задачи наиболее часто встречались ситуации неправильного решения при правильной итоговой формуле и верном ответе.

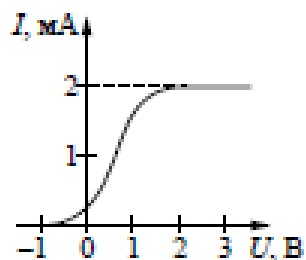
Задание 31 (Расчетная задача по квантовой физике)

Процент выполнения задачи на фотоэффект несколько выше, чем предыдущей. Но именно с этой задачей хуже всего справились экзаменуемые из наиболее сильной группы.

Как и в случае с качественной задачи, задача по фотоэффекту была представлена в КИМ в двух редакциях, существенно неравноценных.

В ряде вариантов рассматривалась абсолютно стандартная ситуация: фотоэлектроны, появившиеся в результате фотоэффекта, задерживались однородным электрическим полем. Как следствие, в этих вариантах процент её выполнения существенно выше, чем в тех вариантах, в которых данная задача была представлена в следующей гораздо менее стандартной редакции:

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?



К решению этой редакции задачи экзаменуемые приступали существенно реже. Если в первой редакции ошибки носили, как правило, технический характер, то при решении задачи в более сложной редакции, экзаменуемые ошибались при написании формул для мощности излучения (пытались использовать формулы мощности постоянного тока), не видели связи силы тока насыщения с количеством фотонов, падающих на катод в единицу времени.

Наименьший процент третьей проверки по этой задаче (8) обусловлен вышеуказанными факторами: в первой части вариантов эксперты имели дело со стандартным решением стандартной задачи, во второй части вариантов решений этой задачи было немного.