

4. ФИЗИКА

4.1. Характеристика контрольных измерительных материалов

Назначение экзаменационной работы – итоговая аттестация выпускников средних общеобразовательных учреждений с дифференцированной оценкой уровня подготовки по физике и отбор их для поступления в вузы.

В рамках ЕГЭ 2003 г. осуществлялась проверка овладения материалом курса физики основной и средней (полной) школы, который традиционно контролируется на вступительных экзаменах в вузы. При этом в содержание проверки включались только те вопросы, которые входят в основные нормативные документы: «Обязательный минимум содержания основного общего образования по физике» (Приказ МО от 19.05.1998 г. № 1236); «Обязательный минимум содержания среднего (полного) общего образования по физике» (Приказ МО от 30.06.1999 г. № 56). При этом также учитывались: «Требования к уровню подготовки выпускников основной школы по физике», «Требования к уровню подготовки выпускников средней (полной) школы по физике. Уровень В».

Для проведения единого государственного экзамена в 2003 г. было подготовлено 65 вариантов контрольных измерительных материалов (КИМ) по физике. В июне месяце школьники выполняли только 23 авторских варианта. Число учащихся, сдававших физику в июне составило **47581** (4,4 % от общего числа участников ЕГЭ).

Экзаменационная работа 2003 г. состояла из трех частей, различающихся формой и уровнем сложности заданий (см. таблицу 4.1). Часть 1 содержала задания с выбором ответа. К каждому заданию давалось 4 ответа, из которых правильный только один. Часть 2 содержала задания, по которым требовалось дать краткий ответ. Часть 3 содержала задания, по которым надо было дать развернутый ответ.

Каждый вариант экзаменационной работы содержал 40 заданий: 30 заданий с выбором ответа (часть 1), 5 заданий с кратким ответом (часть 2), 5 заданий с развернутым ответом (часть 3). Время выполнения каждого из вариантов составило 3,5 ч (210 мин).

Таблица 4.1

Распределение заданий экзаменационной работы по частям работы

№	Части работы	Число заданий	Тип заданий
1	Часть 1	30	Задания с выбором ответа
2	Часть 2	5	Задания с кратким ответом
3	Часть 3	5	Задания с развернутым ответом
	Итого: 3	40	

В экзаменационной работе проверялись знания и умения из следующих разделов (тем) курса физики: 1. Механика. 2. Молекулярная физика. Термодинамика. 3. Электродинамика. 4. Оптика. 5. Основы специальной теории относительности. 6. Квантовая и ядерная физика. В таблице 4.2 представлено распределение заданий по разделам (темам).

Таблица 4.2

**Распределение заданий
по основным содержательным разделам (темам) курса физики**

Разделы (темы) курса физики, включенные в экзаменационную работу	Число заданий
Механика	10
Молекулярная физика. Термодинамика	10
Электродинамика	9
Оптика	4
Основы специальной теории относительности	1
Квантовая и ядерная физика	6
Итого: 6	40

В экзаменационной работе предусматривалась проверка усвоения конкретных знаний и умений по четырем видам деятельности: воспроизведение знаний, применение знаний и умений в знакомой ситуации, применение знаний и умений в измененной ситуации, применение знаний и умений в новой ситуации (см. таблицу 4.3). Воспроизведение знаний подразумевает знание основных фактов, понятий, моделей, явлений, законов, теорий; умение называть границы применимости законов и теорий. Воспроизведение знаний в знакомой и измененной ситуации подразумевает сформированность умений объяснять физические явления, анализировать процессы на качественном и расчетном уровне, иллюстрировать роль физики в создании и совершенствовании технических объектов.

При разработке содержания экзаменационной работы учитывалась необходимость проверить сформированность и таких умений как выдвигать или выбирать наиболее разумные гипотезы о связи физических величин; приводить примеры опытов, обосновывающих научные представления и законы (или примеры опытов, позволяющих проверить законы и их следствия); описывать преобразования энергии в физических явлениях и технических устройствах; проводить расчеты, используя сведения, получаемые из графиков, таблиц, схем и т.п.; делать выводы на основе экспериментальных данных, представленных таблицей, графиком, схемой и т.п.

Таблица 4.3

Распределение заданий по видам проверяемой деятельности

Виды деятельности, проверяемые на экзамене	Число заданий
1. Воспроизведение знаний	10
2. Применение знаний и умений в знакомой ситуации	15
3. Применение знаний и умений в измененной ситуации	10
4. Применение знаний и умений в новой ситуации	5
Итого:	40

В экзаменационной работе были представлены задания разного уровня сложности: базового, повышенного и высокого.

В часть 1 работы были включены 30 заданий, из которых 25 заданий (A1 – A25) ориентированы на проверку подготовки учащихся по физике на базовом уровне – на уровне общеобразовательной подготовки выпускников средней школы, отраженном в обязательных требованиях к уровню подготовки выпускников основной и средней (полной) школы. С помощью этих заданий проверялось усвоение базовых понятий и умение проводить несложные преобразования с физическими величинами,

использовать фундаментальные физические законы. Следующие 5 заданий (А26 – А30) проверяли умение анализировать физические явления и законы, применять знания в знакомой или несколько измененной ситуации, что соответствует повышенному уровню подготовки школьников. Задание с выбором ответа считались выполненными, если выбранный экзаменуемым код ответа совпадал с указанным авторами.

5 заданий части 2 (В1 – В5) проверяли умение использовать несколько (два и более) физических законов или определений, но относящихся к одной и той же теме (разделу). Для выполнения этих заданий требуется повышенный уровень подготовки школьников. Вместе с тем, задания этой части требовали хорошей отработки стандартных задач. Задание с кратким ответом считалось выполненным, если численный ответ совпадает с указанным авторами.

5 заданий части 3 (С1 – С5) проверяли умение использовать законы и теории физики, вошедшие в обязательный минимум содержания, но в измененной или новой ситуации. Выполнение таких заданий требовало комплексного использования знаний и умений из разных разделов физики, то есть высокого уровня подготовки школьников. Эти задания приближают ЕГЭ непосредственно к уровню вступительных экзаменов в вузы. Включение в эту часть работы заданий разного уровня сложности позволяет дифференцировать учащихся при отборе в вузы с различными требованиями к уровню подготовки. Задание с развернутым ответом оценивалось двумя экспертами с учетом правильности и полноты ответа. К каждому варианту давалась подробная инструкция для экспертов, в которой указывалось, за что выставляется каждый балл – от нуля до максимального балла (2, 3 или 4).

В таблице 4.4 представлено распределение заданий по уровню сложности.

Таблица 4.4

Распределение заданий по уровню сложности

Уровень сложности заданий	Число заданий
Базовый	25
Повышенный	10
Высокий	5
Итого:	40

4.2. Характеристика участников ЕГЭ 2003 г.

В эксперименте по проведению ЕГЭ по физике в 2003 г. приняли участие 29 регионов из 47, участвующих в эксперименте. Число учащихся, сдававших экзамен существенно варьировалось по регионам: от 41 до 7729 (См. Таблицу 4.5).

Таблица 4.5.

Регион	Число выпускников	Регион	Число выпускников
Башкирия	3938	Калужская область	912
Горный Алтай	59	Камчатская область	114
Кабардино-Балкария	513	Костромская область	974
Карелия	874	Магаданская область	110
Марий Эл	2092	Новгородская область	667
Мордовия	301	Новосибирская область	805
Республика Саха (Якутия)	2859	Оренбургская область	1322
Хакасия	434	Пензенская область	209

Чувашия	1663	Псковская область	693
Алтайский край	3213	Ростовская область	802
Красноярский край	2621	Самарская область	7729
Хабаровский край	1999	Томская область	1748
Таймырский АО	41	Тюменская область	1302
Воронежская область	2320	Челябинская область	6288
Калининградская область	979		
Всего: 47581			

Несмотря на большое число школьников, участвующих в ЕГЭ 2003 г., эта выборка не является репрезентативной выборкой выпускников средних школ России. Поэтому количественные результаты нельзя распространить с достаточным основанием на всю совокупность выпускников. Однако итоги экзамена, которые будут рассмотрены далее, явно продемонстрировали как положительные качества, так и недочеты подготовки по физике этой совокупности учащихся.

4.3. Основные результаты экзамена по физике

За правильное выполнение каждого из 35 заданий Частей 1 и 2 ученик получал 1 балл, а за каждое из пяти заданий Части 3 – от 0 до 4 баллов в зависимости от задания, полноты и правильности приведенного им решения. Максимальное количество баллов за третью часть работы – 16. Максимальное значение суммы первичных баллов за выполнение всей работы равнялось 51 (см. Приложение 4.1).

За выполнение работы ученику выставлялись две отметки: одна «аттестационная» по пятибалльной шкале, используемой в школе; другая – «тестовая», выставляемая в сертификат для поступления в вузы, подсчитывалась по стобалльной шкале на основе суммарного первичного балла, полученного выпускником за все выполненные задания.

В 2003 г. средний тестовый балл по указанным выше субъектам Федерации составил 50 баллов из 100 возможных.

Границы пересчета отметок по первичным баллам были следующими: «2» – 0 – 10 заданий, «3» – 11 – 19 заданий, «4» – 20 – 33 заданий, «5» – 34 задания и более.

В таблице 4.6 приведено соотношение между тестовыми баллами и аттестационными отметками за выполнение экзаменационной работы 2003 г.

Таблица 4.6.

Тестовые баллы (стобалльная шкала)	Аттестационная отметка (пятибалльная шкала)	Процент экзаменуемых, получивших отметки (баллы)
0 – 32	«2»	11,7
33 – 50	«3»	44,8
51 – 70	«4»	36,1
71 – 100	«5»	7,4

Из 47581 выпускников средних общеобразовательных учреждений только 1 участник ЕГЭ получил 100 баллов.

В таблице 4.7 и на рисунке 4.1 представлено распределение тестовых баллов и аттестационных отметок, полученных выпускниками, сдававшими ЕГЭ в 2003 г.

Таблица 4.7.

Распределение баллов (100-балльная шкала) за выполнение ЕГЭ в июне 2003 г.

Число участников	Средний балл
47581	50

Баллы	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
Процент выпускников	0,0	0,6	7,2	18,7	30,0	20,8	15,3	5,2	1,9	0,3

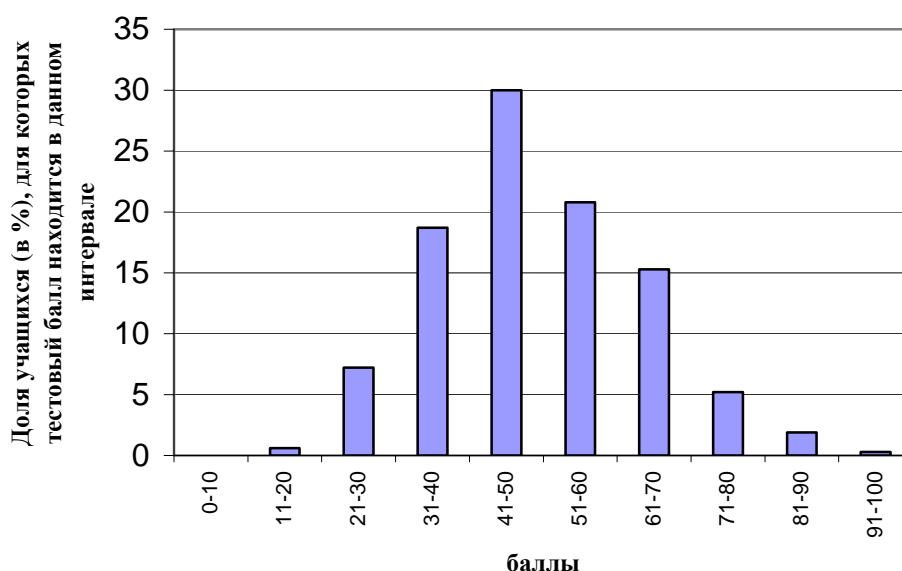


Рис. 4.1. Распределение тестовых баллов за выполнение экзаменационной работы по физике.

4.4. Анализ результатов выполнения экзаменационной работы по физике

В 2003 г. задания, в которых проверялось знание формул, применение формул и законов на расчетном уровне, выполнили 60 % – 80 % экзаменуемых (часть 1). По заданиям повышенного уровня (части 1 и 2) процент выполнения составил от 30 % до 60 %. В тех же случаях, когда информация предъявлялась с использованием графиков, схем, диаграмм и др., то процент выполнения снижался на 15 – 20 %. В части 2 наилучшие результаты по тем задачам, в которых проверялись знания по механике и на расчет энергетического выхода ядерных реакций (процент выполнения составил около 40 %). По другим разделам курса физики процент выполнения заданий составил менее 30 % (в среднем 10 – 15 %). Большая часть выпускников справилась только с одной или двумя заданиями части 3; некоторые выпускники (около 10 %) не приступали к выполнению заданий С.

На основе статистических данных, характеризующих выполнение учащимися экзаменационных работ были выделены две группы выпускников, по уровню их подготовки по физике, каждая из которых содержала примерно четверть участников ЕГЭ 2003 г. Первая группа состояла из учащихся, показавших более высокие результаты по сравнению с остальными выпускниками, а вторая – из учащихся, показавшие более низкие результаты. В дальнейшем будем называть первую группу «сильной», а вторую – «слабой».

По ряду заданий процент выполнения и выбор неправильных ответов выпускниками выявляют типичные ошибки, которые допускают и «слабые» и «сильные» ученики. Это можно объяснить, в частности, недочетами в уровне подготовки выпускников, незнанием учителями общеобразовательных учреждений обязательного минимума содержания образования, акцентом в практике преподавания на решение расчетных задач и недостаточное внимание к заданиям, в которых проверялись бы знания фундаментальных физических законов, понимание физических явлений и процессов, сформированность общеучебных умений (использование рисунков, графиков, таблиц, схем, диаграмм и др.). Поскольку в действующих учебниках недостаточно освещены вопросы методологического характера, то только 20 % выпускников справилось с заданиями такого содержания.

При итоговом контроле знаний и умений в рамках единого государственного экзамена появилась возможность проверить сформированность общеучебных умений. В частности, проверить усвоение знаний и умений на уровне воспроизведения *закона* или (и) *закономерности* выпускником можно, если ученик правильно

- указывает характер изменений одного из параметров системы при заданных изменениях других параметров;
- определяет по графикам (диаграммам, таблицам) представленную закономерность;
- указывает причину закономерности;
- указывает направление преобразования энергии в данном явлении (процессе);
- называет границы (область, условия) применимости данного закона.

Результаты выполнения задания могут показать, умеет ли выпускник представлять ответ *в виде текста* или (и) *в графическом виде*

- на основании анализа данных в виде текста с рисунком, поясняющим текст задания, но не содержащим дополнительных сведений;
- на основании анализа данных, представленных на графике (диаграмме);
- на основании анализа данных, представленных на рисунке (схеме);
- на основании анализа данных, представленных в таблице и на графике (рисунке, диаграмме).

Все эти виды умений проверялись на примере различных разделов (тем) курса физики.

В экзаменационной работе 2003 г. распределение заданий по разделам (темам) было следующим: 10 заданий по механике (7 заданий базового уровня, 2 задания повышенного уровня, 1 задание высокого уровня), 10 заданий по молекулярной физике и термодинамике (7 заданий базового уровня, 2 задания повышенного уровня, 1 задание высокого уровня), 9 заданий по электродинамике (6 заданий базового уровня, 2 задания повышенного уровня, 1 задание высокого уровня), 5 заданий по оптике и специальной теории относительности (2 задания базового уровня, 2 задания повышенного уровня, 1 задание высокого уровня), 6 заданий по квантовой и ядерной физике (3 задания базового уровня, 2 задания повышенного уровня, 1 задание высокого уровня).

Охарактеризуем более подробно результаты выполнения заданий по разделам курса физики.

Механика

Анализ результатов выполнения заданий по механике показал, что задачи на *базовом уровне* правильно выполняют 90 – 100 % сильных учеников. Средний процент

выполнения заданий слабыми учениками составил (стандартная ошибка колебалась от 2,4 % до 2,7 %): описание равномерного и равноускоренного движения – 54 %, знание первого, второго и третьего законов Ньютона – 53 %, знание формул расчета сил трения скольжения, силы упругости, силы тяжести и силы всемирного тяготения – 47 %, знание условий равновесия тела – 46 %, знание формул расчета механической работы и механической энергии – 43 %, умение определить характеристики механических колебаний – 47 % и механических волн – 54 %.

С заданиями на *повышенном уровне* сложности справилось: 48 % выпускников при использовании только закона сохранения импульса, 40 % – закона сохранения механической энергии. С заданиями, в которых надо было применить одновременно закон сохранения механической энергии и закон сохранения импульса, справилось 26 % выпускников (задание С1 – *высокий уровень* сложности).

Ряд важных вопросов механики усвоен недостаточно хорошо. Выделим элементы содержания, процент усвоения которых ниже 40 %. К ним можно отнести:

- 1) Сонаправленность векторов силы и ускорения (средний процент выполнения 35 %).
- 2) Понимание того, что ускорение вызывается силой (38 %).
- 3) Понимание того, что при неупругом ударе закон сохранения механической энергии не выполняется (39 %).
- 4) Понимание того, что работа силы равна изменению кинетической энергии, произошедшей под действием этой силы (теорема о кинетической энергии) (30 %).

Приведем примеры заданий разного уровня сложности и процент их выполнения выпускниками 2003 г.

Пример 1. (базовый уровень сложности – А3, процент выполнения 75 %)

Чтобы в самолете летчик испытывал состояние невесомости, самолет должен двигаться

- 1) равномерно и прямолинейно
- 2) по окружности с постоянной по модулю скоростью
- 3) с ускорением \vec{g}
- 4) с любым ускорением

Пример 2. (повышенный уровень сложности – А26, процент выполнения - 67 %)

С неподвижной лодки массой 50 кг на берег прыгнул мальчик массой 40 кг со скоростью 1 м/с, направленной горизонтально. Какую скорость относительно берега приобрела лодка?

- 1) 0,2 м/с 2) 0,8 м/с 3) 1 м/с 4) 1,8 м/с

Пример 3. (высокий уровень сложности – С1, процент выполнения - 17 %)

Два шарика, массы которых 200 г и 600 г, висят, соприкасаясь, на одинаковых нитях длиной 80 см. Первый шар отклонили на угол 90° и отпустили. На какую высоту поднимутся шарики после удара, если этот удар абсолютно неупругий?

Молекулярная физика. Термодинамика

Анализ результатов выполнения заданий по молекулярной физике и термодинамике показал, что задачи на *базовом уровне* правильно выполняют 85 – 100 % сильных учеников. Средний процент выполнения заданий слабыми учениками составил: знание основных положений атомно-молекулярного учения о строении вещества – 46 %, знание основных формул кинетической теории газа – 48 %, знание

основного уравнения состояния газа и газовых законов – 49 %, знание особенностей различных видов теплообмена и формул расчета количества теплоты – 41 %, знание формул расчета внутренней энергии идеального газа и работы при изменении объема газа – 45 %, умение объяснить процессы испарения, конденсации и кипения – 71 %, умение объяснить процессы плавления и кристаллизации – 65 %.

С заданиями на *повышенном уровне* сложности справились: 56 % выпускников умеют применить формулы расчета КПД теплового двигателя, 48 % – умеют применить формулу расчета первого закона термодинамики.

С заданиями, в которых надо было применить первый закон термодинамики к тепловым процессам, справилось в среднем 23 % выпускников (задание С2 – *высокий уровень сложности*).

Ряд заданий вызвало серьезные затруднения:

- 1) умение объяснять превращение энергии при изменении агрегатного состояния вещества (только 30 % учащихся могут правильно объяснить);
- 2) умение перевести изопроцессы из одних диаграмм в другие (36 %);
- 3) умение применить первый закон термодинамики при циклических переходах (25 %).

Приведем примеры заданий разного уровня сложности и процент их выполнения выпускниками 2003 г.

Пример 4. (базовый уровень сложности – А10, процент выполнения - 51 %)

При постоянной температуре объем идеального газа возрос в 4 раза. Давление газа при этом

- 1) увеличилось в 2 раза
- 2) увеличилось в 4 раза
- 3) уменьшилось в 2 раза
- 4) уменьшилось в 4 раза

Пример 5. (повышенный уровень сложности – А26, процент выполнения - 47 %)

В цилиндре под поршнем находится 0,5 кг аргона. Какую работу совершает газ при адиабатном расширении, если его температура понижается на 80°C ?

Пример 6. (высокий уровень сложности – С2, процент выполнения - 20 %)

Некоторое количество гелия расширяется: сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной. При адиабатном расширении газ совершил работу, равную 4,5 кДж. Какова работа газа за весь процесс?

Электродинамика

В разделе электродинамика традиционно успешно учащиеся выполняют задания на применение закона Кулона, формулы расчета напряженности электрического поля, связь напряженности и разности потенциалов, на применение закона Ома для участка и полной цепи, на применение закона Джоуля-Ленца, на применение формулы тонкой линзы.

Анализ результатов выполнения заданий по электродинамике показал, что задачи на *базовом уровне* правильно выполняют 85 – 100 % сильных учеников. Средний процент выполнения заданий слабыми учениками составил: знание закона Кулона и формулы расчета напряженности электрического поля (41 – 55 % выполнения), знание закона Ома для участка и полной цепи, закономерностей последовательного и параллельного соединения резисторов (59%), знание формулы расчета работы и

мощности электрического тока (67 %), знание формул расчета индукции магнитного поля и магнитного потока (40%), умение рассчитать характеристики электромагнитных колебаний (38%) и электромагнитных волн (61 %).

С заданиями на *повышенном уровне* сложности, когда надо было применить закон Фарадея для электромагнитной индукции, справилось 35 – 41 % выпускников.

С заданиями, в которых надо было описать движение частиц в магнитном и электрическом полях, справилось 10 – 15 % выпускников (задание С3 – *высокий уровень сложности*).

Вместе с тем, ряд вопросов вызывает затруднение:

- 1) применение принципа суперпозиции полей (справилось в среднем 20 % выпускников, в сильной группе – 45 %)
- 2) применение правила Ленца (справилось 18 % выпускников);
- 3) понимание идей Максвелла об излучении электромагнитных волн (справилось в среднем 15 % выпускников, в сильной группе – 35 %)
- 4) применения правила левой руки для определения силы Лоренца (справилось в среднем 18 % выпускников, в сильной группе – 75 %)
- 5) понимание процессов превращения энергии в колебательном контуре (справилось в среднем 20 % выпускников, в сильной группе – 85 %)

Приведем примеры заданий разного уровня сложности и процент их выполнения выпускниками 2003 г.

Пример 7. (базовый уровень сложности – А15, процент выполнения - 61 %)

Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных неподвижных зарядов, если расстояние между ними увеличить в n раз?

- 1) увеличится в n раз
- 2) уменьшится в n раз
- 3) увеличится в n^2 раз
- 4) уменьшится в n^2 раз

Пример 8. (высокий уровень сложности – С2, процент выполнения - 12 %)

Конденсатор, электрическая емкость которого $C_1 = 5$ мкФ, заряжен так, что разность потенциалов между его пластинами $U_1 = 120$ В. Второй конденсатор, электрическая емкость которого $C_2 = 7$ мкФ, имеет разность потенциалов между пластинами $U_2 = 240$ В. Одноименно заряженные пластины конденсаторов попарно соединили проводниками. Каков модуль разности потенциалов U между пластинами каждого конденсатора?

Оптика. Специальная теория относительности

Анализ результатов выполнения заданий по оптике показал, что задачи на *базовом уровне* правильно выполняют 85 – 100 % сильных учеников. Средний процент выполнения заданий слабыми учениками составил: 38 % выпускников могут применить законы отражения и преломления света, 45 % учеников могут применить формулу тонкой линзы. 47 % выпускников могут уверенно ответить на вопрос о сущности постулатов специальной теории относительности.

С заданиями на *повышенном уровне* сложности, когда надо было применить условия максимума и минимума интерференционной и дифракционной картины, справилось в среднем 10 – 15 % выпускников (среди сильных учеников процент выполнения составил 50 %).

Приведем примеры заданий разного уровня сложности и процент их выполнения выпускниками 2003 г.

Пример 9. (базовый уровень сложности – А21, процент выполнения - 33 %)

Вертикальный шест отбрасывает тень длиной 6 м, когда Солнце находится на высоте 30° над горизонтом. Какова высота шеста?

- 1) $\sqrt{3}$ м 2) 3 м 3) $2\sqrt{3}$ м 4) $3\sqrt{3}$ м

Пример 10. (базовый уровень сложности – А22, процент выполнения - 47 %)

Какие из приведенных ниже утверждений являются постулатами СТО?

А. Скорость света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчета.

Б. Скорость света в вакууме является предельной максимально возможной скоростью

В. Все инерциальные системы отсчета равноправны для описания любых физических явлений.

- 1) А и Б 2) А и В 3) Б и В 4) А, Б и В

Пример 11. (повышенный уровень сложности – В4, процент выполнения - 10 %)

На поверхность стеклянной призмы с показателем преломления $n_1 = 1,60$ нанесена пленка толщиной $d = 150$ нм, с показателем преломления $n_2 = 1,45$. Для какой длины волны видимого света коэффициент отражения будет максимальным? Ответ выразите в нанометрах (нм).

Квантовая и ядерная физика

Анализ результатов выполнения заданий по квантовой и ядерной физике показал, что задачи на *базовом уровне* правильно выполняют 85 – 100 % сильных учеников. Средний процент выполнения заданий слабыми учениками составил: 29 %. выпускников понимают сущность явления фотоэффекта, 40 % могут рассчитать энергию связи частиц в ядре, 41 % понимают, что такое радиоактивность, 30 % могут применить закон радиоактивного распада.

Более 40 % выпускников знают уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формулы расчета энергии и импульса фотона. Вместе с тем, учащиеся затрудняются читать графики зависимости силы тока от приложенного напряжения, не понимают, что при фотоэффекте происходит взаимодействие фотона не со всеми электронами на поверхности металла, а с отдельными электронами.

С заданиями на *повышенном уровне* сложности, когда надо было показать понимание сущности деления и синтеза атомных ядер, справилось 25 – 45 % выпускников. В среднем 17 – 30 % учеников могут рассчитать энергетический выход ядерных реакций.

С заданиями, в которых надо было применить уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в нестандартной ситуации, справилось 19 – 25 % выпускников (задание С3 – *высокий уровень сложности*).

Приведем примеры заданий разного уровня сложности и процент их выполнения выпускниками 2003 г.

Пример 12. (базовый уровень сложности – А23, процент выполнения - 43 %)

При фотоэффекте кинетическая энергия электронов, выбиваемых из металла, зависит от

- А. частоты падающего света.
- Б. интенсивности падающего света.
- В. работы выхода электронов из металла.

Какое (-ие) из утверждений правильно (-ны)?

- 1) только Б 2) А и Б 3) А и В 4) А, Б и В

Пример 13. (базовый уровень сложности – А24, процент выполнения - 15 %)

Число электронов, входящих в состав ядра атома углерода $^{11}_6\text{C}$, равно

- 1) 11 2) 0 3) 5 4) 6

Пример 14. (повышенный уровень сложности – А30, процент выполнения - 22 %)

Как изменяется полная энергия системы из нескольких протонов и нейтронов, входящих в состав атомного ядра, при делении ядра на свободные протоны и нейтроны?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) уменьшается в случае деления радиоактивного ядра; увеличивается в случае деления стабильного ядра

Пример 15. (высокий уровень сложности – С4, процент выполнения - 32 %)

Фотоны, имеющие энергию 5 эВ, выбивают электроны с поверхности металла. Работа выхода электронов из металла равна 4,7 эВ. Какой импульс приобретает электрон при вылете с поверхности металла?

С заданиями, в которых необходимо было применить знания из разных разделов курса физики (комплексные задания), справилось 7 – 15 % сильных выпускников.

Приведем пример комплексного задания (процент выполнения задания составил 10 %).

Пример 16.

Шарик массой $m = 20$ г подвешен на шелковой нити длиной $l = 10$ см. Шарик имеет положительный заряд $q = + 10^{-5}$ Кл и находится в однородном электрическом поле напряженностью $E = 10^4$ В/м, направленном вертикально вниз. Каков период малых колебаний шарика?

Особенностью педагогического эксперимента по введению ЕГЭ в 2003 г. было то, что впервые была апробирована идея использования в КИМах по физике заданий с реальным лабораторным оборудованием. С этой целью был подготовлен специальный комплект «ЕГЭ-лаборатория». Результаты педагогического эксперимента следующие:

- 1) Разработаны подходы к выделению из системы «Требований к уровню подготовки выпускников» знаний и умений, для проверки освоения которыми эффективны экспериментальные задания; определены способы конструирования таких экспериментальных заданий. Предложен новый тип практико-

ориентированных заданий на основе фотографий явлений, измерительных установок, процессов. Проведена апробация экспериментальных и практико-ориентированных заданий.

- 2) Разработаны и апробированы комплекты «ЕГЭ-лаборатория» по разделам: механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика и оптика; определены направления их совершенствования и значительного уменьшения стоимости рабочего места. Производственная база РНПО «Росучприбор» позволяет выпустить необходимое количество комплектов оборудования для ЕГЭ по физике.
- 3) Доказана возможность объективной проверки и оценки выполнения экспериментального задания, базирующаяся на комплексном подходе, в основе которого лежат поэлементный анализ отчета учащегося о выполнении задания, сравнение результатов измерений с интервалом доверительных значений, перепроверка результатов измерений ученика.
- 4) Выявлены подходы к решению некоторых технологических задач.
- 5) Оценен уровень сформированности таких общеучебных умений как: проведение прямых измерений, проведение и планирование эксперимента без подробных инструкций, уровня самостоятельности, подбора, переноса практических умений в измененную экспериментальную ситуацию, работа с новыми источниками учебной информации (фотографии реальных явлений, процессов, измерительных установок).
- 6) Показано, что ученики могут выполнять задания, не только в точности повторяющие традиционные фронтальные работы, но и проверять гипотезы, конструировать методы измерений, проводить исследования, решать экспериментальные задачи.

4.5. Выводы и рекомендации

1. В 2003 г. в ЕГЭ по физике принимало участие 47581 выпускников средней школы из 29 субъектов РФ. Проведение ЕГЭ позволило получить в целом объективную картину знаний и умений школьников по физике. Задания вариантов КИМ охватывали основные элементы содержания, отраженные в обязательном минимуме. Задания, в которых проверялось знание формул, применение формул и законов на расчетном уровне, выполнили 60 % – 80 % экзаменуемых (часть 1). По заданиям повышенного уровня (части 1 и 2) процент выполнения составил от 30 % до 60 %. В тех же случаях, когда информация предъявлялась с использованием графиков, схем, диаграмм и др., то процент выполнения снижался на 15 – 20 %. В части 2 наилучшие результаты по тем задачам, в которых проверялись знания по механике и на расчет энергетического выхода ядерных реакций (процент выполнения составил около 40 %). По другим разделам курса физики процент выполнения заданий составил менее 30 % (в среднем 10 – 15 %). Большая часть выпускников справилась только с одной или двумя заданиями части 3; некоторые выпускники (около 10 %) не приступали к выполнению заданий С.

2. Анализ выполнения экзаменационных работ выявил основные недостатки знаний и умений выпускников средней школы:

- * непонимание существа применяемых формул;
- * неумение применять знания и умения в измененной и новой ситуациях;
- * неумение оценивать реальность полученных результатов;
- * неумение выполнять действия с числами, записанными в стандартном виде;
- * недостаточность в сформированности общеучебных умений (умение анализировать графики, рисунки, табличные данные и др.).

3. Результаты выполнения экзаменационных работ выявляют узкие места в преподавании физики в общеобразовательных учреждениях, недочеты в уровне подготовки выпускников, незнание учителями общеобразовательных учреждений обязательного минимума содержания образования, акцент в практике преподавания на решение расчетных задач и недостаточное внимание к заданиям, в которых проверялись бы знания фундаментальных физических законов, понимание физических явлений и процессов, сформированность общеучебных умений (использование рисунков, графиков, таблиц, схем, диаграмм и др.).

4. Рекомендации по совершенствованию заданий КИМ для ЕГЭ 2004 г.

- Учитывая результаты тестологического анализа ЕГЭ 2003 г., необходимо более тщательно отобрать задания базового уровня для КИМов 2004 г. в строгом соответствии с обязательным минимумом содержания физического образования. В частности, необходимо сократить число расчетных задач, но включить задания, проверяющие знание фундаментальных физических законов, понимание физических явлений и процессов, сформированность общеучебных умений.
- Более тщательно отобрать задания для части 2 (B1 – B5), скорректировать соответствие заявленного уровня сложности реальному содержанию заданий.
- При отборе заданий части 3 (C1 – C5) необходимо учесть, что их основная функция – дифференциация выпускников, имеющих хорошую подготовку по физике и математике.
- Унифицировать критерии оценивания заданий с развернутым ответом. Предусмотреть возможные варианты решения заданий части 3 или предлагать задания с одним способом решения.
- Провести корректировку содержания заданий с учетом объективной оценки уровня сложности (с учетом статистических данных).
- Целесообразно продолжить и расширить эксперимент по введению экспериментальных заданий в КИМ ЕГЭ.

Приложение 4.1

Обобщенный план КИМ по физике 2003 г.

№ п/п	Номер задания ⁷	Проверяемые элементы содержания (разделы, темы)	Уровень сложности задания ⁸	Тип задания ⁹	Макс. балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)
1	A1	Равномерное и равноускоренное движение	Б	ВО	1	2
2	A2	Законы Ньютона	Б	ВО	1	2
3	A3	Силы в механике	Б	ВО	1	2
4	A4	Условия равновесия тел	Б	ВО	1	2
5	A5	Механическая работа, мощность и энергия	Б	ВО	1	2
6	A6	Механические колебания	Б	ВО	1	2
7	A7	Механические волны	Б	ВО	1	2
8	A8	Атомно-молекулярное учение строения вещества	Б	ВО	1	2
9	A9	Кинетическая теория газа	Б	ВО	1	2
10	A10	Уравнение состояния газа, изопроцессы	Б	ВО	1	2
11	A11	Теплопередача, количество теплоты	Б	ВО	1	2
12	A12	Внутренняя энергия, работа в термодинамике	Б	ВО	1	2
13	A13	Испарение, конденсация, кипение	Б	ВО	1	2
14	A14	Плавление и кристаллизация	Б	ВО	1	2
15	A15	Электростатика	Б	ВО	1	2
16	A16	Постоянный электрический ток	Б	ВО	1	2
17	A17	Работа и мощность тока	Б	ВО	1	2
18	A18	Магнитное поле	Б	ВО	1	2
19	A19	Электромагнитные колебания. Переменный ток	Б	ВО	1	2
20	A20	Электромагнитные волны	Б	ВО	1	2
21	A21	Законы отражения и преломления света	Б	ВО	1	2
22	A22	Основы специальной теории относительности	Б	ВО	1	2
23	A23	Фотоэффект	Б	ВО	1	2
24	A24	Атом и атомное ядро	Б	ВО	1	2
25	A25	Радиоактивность	Б	ВО	1	2
26	A26	Импульс тела. Закон сохранения импульса	П	ВО	1	4
27	A27	Тепловые двигатели. КПД теплового двигателя	П	ВО	1	4
28	A28	Электромагнитная индукция	П	ВО	1	4
29	A29	Линзы. Оптические приборы	П	ВО	1	4
30	A30	Деление и синтез ядер	П	ВО	1	4
31	B1	Механическая энергия. Закон сохранения механической энергии	П	КО	1	6
32	B2	Первый закон термодинамики	П	КО	1	6

⁷ - Обозначение заданий в работе и бланке ответов: А – задания с выбором ответа, В – задания с кратким ответом, С – задания с развернутым ответом.

⁸ - Уровни сложности задания: Б – базовый, П- повышенный, В – высокий.

⁹ - Тип задания (обозначение в банке заданий ЕГЭ): ВО – задание с выбором ответа; КО – задание с кратким открытым ответом; РО – задание с развернутым открытым ответом.

33	B3	Электромагнитная индукция	П	КО	1	6
34	B4	Интерференция и дифракция света	П	КО	1	6
35	B5	Выделение энергии при делении или синтезе ядер	П	КО	1	6
36	C1	Применение законов сохранения импульса и энергии в механике	В	РО	2	20
37	C2	Применение первого закона термодинамики к тепловым процессам	В	РО	3	20
38	C3	Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях	В	РО	3	20
39	C4	Фотон. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта	В	РО	4	25
40	C5	Комплексное задание	В	РО	4	25
ИТОГО						
40	A – 30 B – 5 C – 5		B – 25 П – 10 В – 5	BO – 30 КО – 5 РО – 5	51	Общее время выполнения работы – 210 - минут