Знаем основные

но есть сложности при решении

В централизованном тестировании по физике в 2018 году приняли участие 23 924 человека (из них 81,75% — юноши и 18,25% — девушки), что на 3919 человек меньше по сравнению с 2017 годом. Не явились на экзамен 6,4% абитуриентов от числа зарегистрированных.
Абсолютный результат (100 баллов) показали 8 тестируемых: 7 из них окончили учреждения общего среднего образования в 2018 году (1 — школу, 2 — гимназию, 4 — лицей) и один — выпускник 2002 года.
В сравнении с двумя предыдущими годами увеличилась доля участников тестирования с низким уровнем подготовки. Не преодолели порогового значения тестового балла, установленного Министерством образования по физике как для первого профильного предмета (20 баллов), 56,46% испытуемых. Большинство из них окончили учреждения образования разных типов в годы, предшествующие их участию в ЦТ (34,71%), а также УССО и УПТО в 2018 году (12,87 и 5,64% соответственно). Меньше 20 баллов получили 40,08% выпускников 2018 года школ, 4,30% — гимназий, 1,09% — лицеев. Порогового значения тестового балла, установленного Министерством образования по физике как для второго профильного предмета (10 баллов), не преодолели 19,10 % участников ЦТ. Рассмотрим степень усвоения учебного материала выпускниками учреждений образования различных типов по разделам Программы вступительных испытаний.

Механика

Посредством одной трети заданий части А и четырех заданий части В проверялось знание основных физических величин и умение выражать их в единицах СИ; знание смысла физических понятий: путь, перемещение, сложение скоростей, сила (тяжести, упругости), период колебаний пружинного и математического маятников; знание формул, кинематических законов поступательного движения, законов Ньютона, закона Архимеда, закона всемирного тяготения, законов сохранения импульса и механической энергии, первого закона термодинамики и умение применять их при решении текстовых (качественных, расчетных) и графических задач.

В части А можно выделить группу заданий (А1 — А6), для выполнения которых требовалось не только знание единиц измерения физических величин и законов, но и понимание их смысла, сущности рассматриваемых процессов и явлений, знание формул для расчета физических величин.

Задание А1 проверяло знание единиц СИ физических величин, изучение которых начинается с VII класса. Абсолютное большинство абитуриентов усвоили единицы измерения кинетической энергии, потенциальной энергии, импульса тела, давления, частоты колебаний. Только отдельные абитуриенты ошибочно посчитали, что единицей измерения силы упругости является $\frac{Н}{м}$, а периода вращения — $\frac{рад}{с}$.

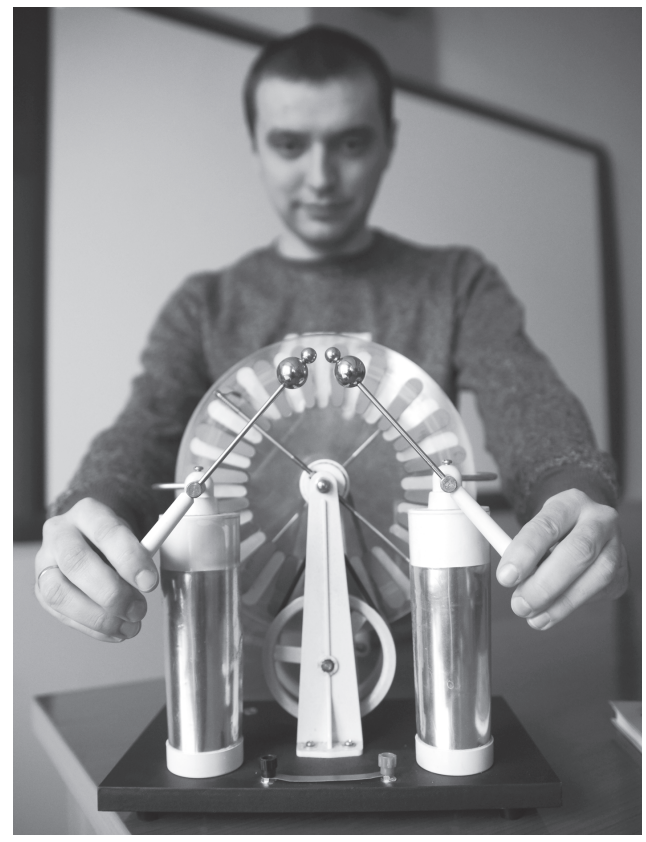
Посредством задания А2 проверялось умение находить модуль вектора перемещения, используя его проекции на оси координат. Для успешного выполнения задания абитуриентам необходимо было изобразить систему координат xOy, затем отметить начальное и конечное положения тела (точки A и B). Тогда искомое перемещение тела $\Delta\vec{r}$ — это вектор, соединяющий начальное положение тела с конечным. Определив проекции этого вектора на оси координат $\Delta\vec{r}_x$ и Δr_y, модуль перемещения тела можно рассчитать по теореме Пифагора: $\Delta r = \sqrt{\Delta r_x^2 + \Delta r_y^2}$. С этим заданием справились 62,50% тестируемых.

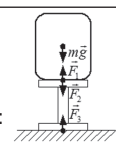
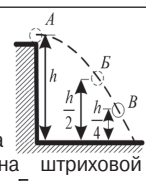
Практико-ориентированное задание А3 по кинематике было направлено на проверку знания классического закона сложения скоростей и умения рассчитывать кинематические характеристики равномерного движения. Подобные задания часто рассматриваются на уроках не только физики, но и математики. Согласно закону сложения скоростей и условию задачи, «скорость удаления двух автомобилей друг от друга» есть не что иное, как модуль их относительной скорости: $\upsilon_{отн} = |\vec{\upsilon}_{12}| = |\vec{\upsilon}_1 - \vec{\upsilon}_2| = \sqrt{\upsilon_1^2 + \upsilon_2^2}$. Отсюда искомая величина: $\upsilon_1 = \sqrt{\upsilon_{отн}^2 - \upsilon_2^2}$. Вероятно, к типичным ошибкам при решении заданий приводят неумение производить действия над векторами, применять закон сложения скоростей и незнание теоремы Пифагора (изучается в курсе математики). Только для 44,14% экзаменуемых задание оказалось по силам.

Задание А4 было направлено на проверку умения решать задачи на расчет кинематических характеристик равноускоренного движения. Данный пример подтверждает, что тестируемым следует знать все формулы равноускоренного движения. Поскольку ускорение самолета не изменяется, а время его движения неизвестно, то для решения данной задачи удобно воспользоваться формулой $s = \frac{\upsilon^2 - \upsilon_0^2}{2a}$. Отсюда модуль искомой величины: $a = \frac{\upsilon^2 - \upsilon_0^2}{2s}$. Согласно статистическим показателям, полученным по итогам ЦТ 2018 года, половина абитуриентов не смогла решить данную задачу по известному алгоритму при минимуме необходимых математических вычислений.

Задание А5 проверяло знание закона всемирного тяготения и умение применять его в конкретной ситуации. Для успешного выполнения данного задания нужно было знать формулу $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$, являющуюся математическим выражением закона всемирного тяготения, и уметь выражать искомую величину. Возможно, некоторые участники тестирования допустили ошибку в простейших математических преобразованиях при выводе формулы для расчета искомой величины. Процент выполнения задания — 45,13.

Статистические показатели, полученные по итогам ЦТ 2018 и прошлых лет, свидетельствуют о недостаточно сформированном у экзаменуемых умении решать качественные задачи (задачи-вопросы). Заметим, что выполнение подобных заданий требует понимания физических законов, явлений и процессов. Задание А6 в 2018 году было предназначено для проверки знания закона сохранения механической энергии, понимания его физического смысла и умения применять его в конкретной ситуации. Результаты выполнения данного задания оказались сопоставимы с результатами решения сложных расчетных задач. Немногим более 25 % участников ЦТ верно выбрали вариант ответа 2. Это свидетельствует об их понимании того, что кинетические энергии $E_{К1}$, $E_{К2}$ и $E_{К3}$ шарика в момент его падения на горизонтальную поверхность одинаковы $E_{К1} = E_{К2} = E_{К3}$. Невысокий процент выполнения подобных заданий часто объясняется не только низким уровнем усвоения испытуемыми основных законов физики, но и отсутствием у них умения совершать простейшие мыслительные операции. Между тем аналогичные качественные задачи предлагались тестируемым на ЦТ в 2013 и 2016 годах.



Год проведения ЦТ	Содержание задания	Ответ	Выполнение, %
ЦТ–2013	На невесомой подставке, стоящей на полу, лежит груз массой m (см. рис.). На рисунке показаны: $m\vec{g}$ — сила тяжести; $\vec{F}_1$ — сила, с которой подставка действует на груз; $\vec{F}_2$ — сила, с которой груз действует на подставку; $\vec{F}_3$ — сила, с которой пол действует на подставку. Какое из предложенных выражений в данном случае является математической записью третьего закона Ньютона: 	1) $\vec{F}_1 = -m\vec{g}$; 2) $\vec{F}_2 = m\vec{g}$; 3) $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$; 4) $\vec{F}_2 = -\vec{F}_3$; 5) $\vec{F}_3 = -m\vec{g}$	28,16
ЦТ–2016	С некоторой высоты h в горизонтальном направлении бросили камень, траектория полёта которого показана штриховой линией (см. рис.). Если в точке В полная механическая энергия камня W = 20 Дж, то в точке Б она равна: 	1) 0 Дж; 2) 20 Дж; 3) 30 Дж; 4) 40 Дж; 5) 60 Дж	22,42
ЦТ–2018	Один и тот же шарик три раза бросали с некоторой высоты h с одинаковой по модулю скоростью в различных направлениях (см. рис.). Кинетические энергии $E_{К1}$, $E_{К2}$ и $E_{К3}$ шарика в момент падения на горизонтальную поверхность связаны соотношением:	1) $E_{К1} > E_{К2} > E_{К3}$; 2) $E_{К1} = E_{К2} = E_{К3}$; 3) $E_{К1} > E_{К3} > E_{К2}$; 4) $E_{К1} = E_{К2} < E_{К3}$; 5) $E_{К1} < E_{К2} = E_{К3}$;	25,65

Трехлетний опыт использования качественных заданий при проведении централизованного тестирования показал, что существенной динамики по сравнению с результатами тестирования прошлых лет не отмечается: абитуриенты по-прежнему не умеют применять физические законы в конкретных ситуациях, что, безусловно, сложнее по сравнению с воспроизведением формулировок и записью математического выражения законов для несложных вычислений. На основе анализа выбираемых дистракторов в данных заданиях можно утверждать, что большая часть абитуриентов 2018 года (74,25%) ошибочно указала дистракторы 3 и 4, полагая, что кинетические энергии шарика в момент падения на горизонтальную поверхность связаны соотношениями: $E_{К1} > E_{К3} > E_{К2}$ и $E_{К1} = E_{К2} < E_{К3}$ соответственно.

Отметим, что качественные задачи являются неотъемлемой частью обучения физике в школе, поэтому они ежегодно предлагаются в тестах.

Практико-ориентированное задание В1 проверяло усвоение понятия средней скорости пути. Согласно условию, необходимо было найти модуль скорости υ_1 движения поезда на первой половине пути. Несмотря на то что изучению указанного понятия на уроках физики в 7 и 9 классах уделяется достаточно внимания, с предложенным заданием справились только 18% тестируемых. Отметим, что сходные задачи приведены в учебном пособии (Физика: учебник для 9 кл. общеобразоват. учреждений / Л. А. Исаченкова, Г. В. Пальчик, А. А. Сокольский ; под ред. А. А. Сокольского. — Минск : Нар. асвета, 2015. — § 9; упр. 7, с. 46—47). Кроме того, аналогичные задания были предложены тестируемым на II и III этапах РТ.

Год проведения ЦТ/РТ	Содержание задания	Ответ	Выполнение, %
2017 — 2018 гг. (РТ, II этап)	Средняя скорость пути автомобиля за всё время его движения $\langle\upsilon\rangle = 10\,\frac{м}{с}$. Первую четверть этого времени автомобиль двигался со скоростью, модуль которой $\upsilon_1 = 16\,\frac{м}{с}$. В оставшееся время автомобиль двигался с постоянной скоростью, модуль которой υ_2 равен … $\frac{дм}{с}$.	80	39,5
2017— 2018 гг. (РТ, III этап)	Поезд двигался по маршруту между населёнными пунктами Пинск — Озёрная. В таблице указано время отправления t поезда от каждой станции, а также расстояние Δl, пройденное поездом между соседними станциями. Средняя скорость пути $\langle\upsilon\rangle$ поезда на участке Пинск — Озёрная равна … $\frac{км}{ч}$.	50	47,0
ЦТ–2018	Первую половину пути поезд двигался с постоянной скоростью, модуль которой в k = 1,5 раза больше модуля скорости на второй половине пути. Если средняя скорость движения поезда на всём пути $\langle\upsilon\rangle = 72\frac{км}{ч}$, то модуль скорости υ_1 движения поезда на первой половине пути был равен … $\frac{км}{ч}$.	90	18,0

№	Название станции	Время, t	Расстояние, Δl, км
1	Пинск	7 ч 33 мин	–
2	Ясельда	7 ч 46 мин	12,6
3	Алёнушки	7 ч 51 мин	2,3
4	Озёрная	7 ч 56 мин	4,2

Вероятно, основная ошибка, допущенная 82,00% тестируемых при выполнении данного задания, — нахождение средней скорости пути как среднего арифметического двух скоростей на данных участках пути. Это значит, что большинство абитуриентов не знали определения средней скорости пути.

Задание В2 направлено на проверку умения применять второй закон Ньютона при решении задач на движение системы связанных тел по горизонтали. При выполнении данного задания абитуриенты должны были учитывать, что в задаче рассматривается движение связанных между собой тел, поэтому уравнение движения записывается для каждого тела в отдельности. Тестируемые должны были выяснить, какие силы действуют на каждое тело, обозначить эти силы на схематическом рисунке, выбрать систему координат и, спроектировав все силы на оси координат, перейти от векторных уравнений к скалярным уравнениям проекций сил и ускорения на оси Ox и Oy. Если в условии задачи сказано, что нить невесома и нерастяжима, то это значит, что связанные тела имеют одинаковые ускорения и одинаковые силы натяжения, то есть $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$ и $|\vec{F}_{н1}| = |\vec{F}_{н2}| = F_н$. С указанным заданием успешно справились 31,94 % выпускников школ текущего года, 49,6% выпускников гимназий, 54,2% — лицеев.

Задание В3 теста предназначено для проверки умения решать задачи на применение законов сохранения импульса и энергии. Характерной ошибкой, которую допускают абитуриенты при решении подобных задач, является непра-

формулы и законы,

комбинированных задач

вильное применение вышеуказанных законов. Для того чтобы решить данную задачу, тестируемым необходимо было записать два уравнения. Первое:

$2mv_0 = 6mv_1$ (1).

Физический смысл уравнения (1) состоит в следующем: после столкновения двух движущихся вагонов с четырьмя неподвижными вагонами система вагонов начнет двигаться как единое целое (неупругий удар).

По закону сохранения энергии, для системы, состоящей из вагонов, в соответствии с условием задачи, имеем второе уравнение:

$$\frac{2mv_0^2}{2} = \frac{6mv_1^2}{2} + Q \ (2).$$

Решив систему из двух уравнений, получаем расчетную формулу, выражающую искомую величину через заданные величины. С данным заданием успешно справились 18,85 % выпускников средних школ текущего года, 36,8 % выпускников гимназий, 44,2 % — лицеев. Анализ результатов выполнения задания показал, что к ошибочным ответам абитуриентов часто приводит следующее: они не учитывают, что при неупругом ударе суммарная кинетическая энергия соударяющихся тел уменьшается, при этом их внутренняя энергия возрастает на величину $\Delta U = Q$, равную убыли кинетической энергии.

Большинство тестируемых не смогли справиться с комбинированным практико-ориентированным заданием В4, предназначенным для проверки умения решать задачи на применение закона Архимеда, второго закона Ньютона и на расчет механической работы. Аналогичное задание предлагалось на третьем этапе репетиционного тестирования 2017—2018 гг.

Год проведения ЦТ/РТ	Содержание задания	Ответ	Выполнение, %
ЦТ–2018	В широком сосуде с водой $\left(\rho = 1{,}0\frac{г}{см^3}\right)$ плавает куб, нижняя грань которого горизонтальна. Если средняя плотность вещества куба $\langle\rho_0\rangle = 0{,}60\frac{г}{см^3}$, а минимальная работа, которую нужно совершить, чтобы полностью извлечь куб из воды, A = 24 Дж, то длина l ребра куба равна … **см**	34	3,76
2017—2018 гг. (РТ, III этап)	В сообщающиеся вертикальные трубки с поперечными сечениями S_1 = 20 см², S_2 = =30 см² налита вода $\left(\rho = 1{,}0\frac{г}{см^3}\right)$. В трубке сечением S_1 плавает деревянная шайба массой m = 80 г. После удаления шайбы из трубки уровень воды изменится на величину Δh, модуль которой равен … **мм**	16	7,13

Невысокий процент выполнения задания по гидростатике участниками третьего этапа РТ связан прежде всего с неумением применять вышеуказанные законы в конкретной ситуации. При решении задания, предложенного на ЦТ–2018, абитуриенты должны были обратить внимание на то, что пока кубик находится в состоянии равновесия, сила тяжести, действующая на него со стороны поля Земли, скомпенсирована выталкивающей силой, действующей на кубик со стороны жидкости. Чтобы полностью извлечь куб из воды, к нему необходимо приложить силу $\vec{F}$, которая изменяется от нуля до $|\vec{F}_{max}| = mg$. Работа этой силы $A = F_{ср}(l - x)$, где $F_{ср} = \frac{0 + mg}{2}$. Значение $(l - x)$ определяется из условия плавания кубика. Тогда для полного извлечения кубика из воды будет совершена работа $A = \frac{\rho_0^2 l^4 g}{2\rho}$. Решая полученное уравнение, находим искомую величину. Основная причина невысокого процента выполнения подобных заданий — неумение анализировать ситуации, описанные в условии задач, применять теоретические знания для их решения, а также ошибки в математических расчетах.

Наиболее успешно абитуриенты традиционно справляются с заданиями, направленными на проверку умения применять основные законы и формулы в типовых расчетах. Затруднения у испытуемых при выполнении как заданий части А, так и заданий части В связаны прежде всего с:

— незнанием алгоритма проведения анализа условия задачи;

— неумением решать типовые комбинированные расчетные задачи, которые рассматриваются в процессе школьного обучения, и использовать стандартные схемы решения.

Основы МКТ и термодинамики

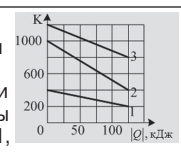
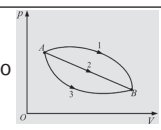
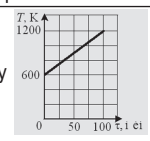
В данном разделе посредством трех заданий части А и трех заданий части В проверялись: уровень усвоения наиболее важных понятий термодинамики, основных положений, явлений, процессов, уравнений, законов; умение анализировать графическую информацию при решении качественных и расчетных задач (применение первого закона термодинамики, уравнения теплового баланса).

Задание А7 теста нацелено на проверку знания, понимания и умения применять формулу, связывающую концентрацию молекул газа с числом частиц и объемом, занимаемым газом, $n = \frac{N}{V}$ и формулу, связывающую количество вещества с массой вещества и молярной массой, $\nu = \frac{m}{M} = \frac{\rho \cdot V}{M} = \frac{N}{N_A}$. Рассчитать искомую концентрацию молекул углекислого газа в баллоне можно при условии правильного применения указанных формул, поскольку известны все необходимые величины: $n = \frac{\rho \cdot N_A}{M}$.

С заданием справились 29,43% тестируемых.

Схематичные рисунки в задачах являются емким и коротким по сравнению со словесным способом описания физических ситуаций. Выполняя задание А8, участники ЦТ должны были учесть, что при постоянном количестве вещества объем газа остается неизменным только в изохорном процессе, при котором $p \sim T$ и продолжение графика $p(T)$ проходит через начало координат. Причиной невысокого процента выполнения подобных заданий абитуриентами является неумение анализировать графическую информацию. Чтобы не допускать ошибок при чтении графиков, нужно не только обращать внимание на их вид, но и учитывать физический смысл величин, зависимость которых изображена на рисунке.

Осознанное усвоение теоретического материала и умение его применять позволило 37,35% абитуриентов 2018 года справиться с качественной задачей А9, посредством которой проверялось знание и умение применять формулу на расчет количества теплоты: $Q = cm\Delta T$ Для правильного выполнения задания необходимо понимать зависимости, связывающие различные величины. Заметим, что подобные задачи (качественная и расчетная) были представлены на двух этапах РТ 2017 — 2018 гг.

Год проведения РТ/ЦТ	Содержание задания	Ответ	Выполнение, %
ЦТ–2018	На рисунке изображены графики зависимости температуры T, трёх тел (1, 2 и 3), изготовленных из одинакового материала, от количества теплоты $\lvert Q \rvert$ отведённой от каждого из тел. Массы тел m_1, m_2 и m_3 связаны соотношением: 	1) $m_1 < m_2 < m_3$; 2) $m_1 < m_2 = m_3$; 3) $m_1 < m_3 < m_2$; 4) $m_2 < m_3 < m_1$; 5) $m_3 < m_2 < m_1$	37,35
2017–2018 гг. (РТ, II этап)	Идеальный одноатомный газ, количество вещества которого постоянно, переводят из состояния A в состояние B посредством трёх различных процессов (1, 2, 3). Если изменение внутренней энергии в этих процессах обозначить ΔU_1, ΔU_2, и ΔU_3 соответственно, то правильное соотношение между ними обозначено цифрой: 	1) $\Delta U_1 > \Delta U_2 > \Delta U_3$ 2) $\Delta U_3 > \Delta U_2 > \Delta U_1$ 3) $\Delta U_3 = \Delta U_1 > \Delta U_2$ 4) $\Delta U_3 = \Delta U_1 < \Delta U_2$ 5) $\Delta U_3 = \Delta U_2 = \Delta U_1$	32,88
2017–2018 гг. (РТ, III этап)	Телу массой $m = 0{,}2$ кг, изготовленному из вещества с удельной теплоёмкостью $c = 1{,}50\frac{кДж}{кг \cdot K}$, нагреватель ежесекундно сообщает одинаковое количество теплоты. Если вся теплота, выделяемая в нагревателе, передается телу, то мощность P нагревателя равна: 	1) 6 Вт; 2) 30 Вт; 3) 400 Вт; 4) 500 Вт; 5) 1200 Вт	63,21

Отметим, что на III этапе РТ 2017 — 2018 гг. абитуриентам была предложена стандартная расчетная задача с невербальной формой поддержки такого же уровня сложности, как и на ЦТ–2018. Тестируемым необходимо было извлечь информацию из графика и рассчитать мощность нагревателя. Сравнительный анализ статистических данных позволяет утверждать, что абитуриенты лучше справляются с решением расчетных задач по стандартным известным формулам, чем с выполнением качественных заданий, в которых необходимо проанализировать ситуацию, представленную графически.

Задание В5 проверяло умение решать задачи по теме «Газовые законы. Уравнение Клапейрона — Менделеева». Для его выполнения необходимо знать: если масса газа в баллоне меняется, то начальное и конечное состояния газа нельзя связывать уравнением изохорного процесса, а необходимо для каждого из двух состояний записать уравнения Клапейрона — Менделеева $\left(pV = \frac{m}{M}RT\right)$ и из полученной системы уравнений найти неизвестную величину. Можно предположить, что для части абитуриентов трудности при выполнении данного задания были связаны с решением полученной системы уравнений:

$$pV_1 = \frac{m_1}{M}RT_1,$$

$$0{,}6pV_1 = \frac{m_1 - \Delta m}{M}R \cdot 0{,}90T_1$$

С вышеуказанным заданием справились 29,07 % абитуриентов, которые смогли найти искомую величину $m_2 = m_1 - \Delta m$, определив из системы Δm.

При решении задачи В6 на нахождение количества теплоты многие участники ЦТ не учли количество теплоты, которое выделяется или поглощается при переходе вещества из одного агрегатного состояния в другое. В процессе выполнения задания важным является качественное рассмотрение физического процесса, описанного в условии. Абитуриенты, проанализировавшие формулировку задания, смогли применить к рассматриваемому процессу закон сохранения и превращения энергии, получить уравнение баланса энергии, которое выражает физический смысл данной задачи:

$\lambda m = \mu Mgs$.

Отсюда искомая величина:

$m = \frac{\mu Mgs}{\lambda}$.

Невысокий процент выполнения данного задания (19,22) объясняется тем, что задачи на составление баланса энергии решаются преимущественно в 8 классе (в 10 классе — только в рамках изучения темы «Термодинамика» в качестве повторения материала).

Для выполнения задания В7 абитуриентам нужно знать и уметь применять первый закон термодинамики в конкретной ситуации. Согласно условию задачи все сообщенное газу количество теплоты идёт на увеличение его внутренней энергии, поскольку при изохорном процессе $A = 0$. Следовательно, с учетом первого закона термодинамики

$Q = \Delta U = \frac{3}{2}\nu R\left(T - T_0\right)$ (1).

Поскольку средняя квадратичная скорость молекул определяется выражением $\langle v_{кв}\rangle = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$, тогда $T = 1{,}96T_0$ (2). Таким образом, для нахождения искомой величины достаточно совместно решить уравнения (1) и (2), в результате чего получим: $T_0 = \frac{2Q}{0{,}96 \cdot 3\nu R}$.

Низкий результат выполнения указанного задания (9,69%), вероятно, обусловлен отсутствием у участников ЦТ сформированного навыка решения подобных задач.

Анализируя результаты по разделу, можно сделать вывод о том, что, как и в предыдущие годы, самые высокие показатели — по заданиям, контролирующим знание основных формул и законов с использованием простейших расчетов. Формальный характер усвоения теоретического материала, неумение применять его в заданной ситуации не позволили значительной части абитуриентов решить комбинированные задачи на проверку знания первого закона термодинамики.

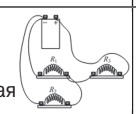
Электродинамика

В данном разделе посредством пяти заданий в части А и четырех заданий в части В контролировалось знание наиболее важных понятий электродинамики (явлений, физических моделей, схем, величин, законов), умение решать качественные, графические, расчетные задачи (на применение закона сохранения энергии в электрических цепях, закона сохранения электрического заряда, закона Ома для однородного участка цепи и для полной цепи и закономерностей последовательного и параллельного соединения проводников, на определение силы Ампера, силы Лоренца, на расчет энергии электростатического поля конденсатора).

Посредством задания А10 проверялось знание предназначения физических приборов для измерения физических величин (амперметр, вольтметр, электросчетчик, ваттметр, электрометр).

С помощью задания А11 проверялось умение решать задачи на применение закона сохранения электрического заряда. Для успешного выполнения данного задания необходимо было знать, что в момент соприкосновения проводящих заряженных шариков между ними происходит перераспределение зарядов до тех пор, пока потенциалы шариков не станут одинаковыми. Поскольку в условии задачи сказано, что два одинаковых шарика приводятся в соприкосновение, то суммарный заряд шариков до соприкосновения делится между шариками поровну, то есть $q_1 + q_2 = 2q_1'$. Не ошиблись в выборе правильного ответа чуть больше половины тестируемых.

Практико-ориентированное задание А12 по теме «Закон Ома для однородного участка электрической цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников» направлено на проверку у абитуриентов умения анализировать представленные на рисунке простейшие электрические цепи, содержащие источник тока, участки с последовательным и параллельным соединением четырех резисторов и включенный в цепь амперметр. Задание требовало от абитуриентов знания закономерностей последовательного и параллельного соединения проводников, а также знаний о последовательном включении амперметра в электрическую цепь.

Год проведения ЦТ/РТ	Содержание задания	Ответ	Выполнение, %
ЦТ–2018	На рисунке изображена электрическая цепь, состоящая из источника тока, четырёх резисторов и амперметра. Укажите, в каких перечисленных выше элементах цепи амперметр измеряет силу тока.	1) в резисторе R_3; 2) в резисторе R_4; 3) в резисторах R_1 и R_3; 4) в резисторах R_2 и R_4; 5) в источнике тока	15,68
2017 — 2018 гг. (РТ, III этап)	На рисунке изображена электрическая цепь, состоящая из источника тока с ЭДС $\mathscr{E}$ = 9 В и трёх резисторов, сопротивления которых одинаковы $R_1 = R_2 = R_3 = 10$ *Ом*. Если внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало, то мощность тока P в резисторе R_3 равна: 	1) 0,9 Вт; 2) 1,8 Вт; 3) 3,6 Вт; 4) 5,4 Вт; 5) 8,1 Вт	40,36

►►► 12 стар.