Настаўніцкая газета
№ 26 (8788), 31 сакавіка 2023 года

Комбинированные задачи

В централизованном тестировании по физике в 2022 г. приняли участие 18 630 человек, что по сравнению с 2021 г. на 1521 человека больше. Не явились на экзамен 4,5% абитуриентов от числа зарегистрированных.

Абсолютный результат (100 баллов) показали 17 тестируемых, 14 из которых окончили УОСО в текущем году (2 — среднюю школу, 3 — лицей, 9 — гимназию) и 3 — выпускники прошлых лет.

Не преодолели порогового значения тестового балла, установленного Министерством образования Республики Беларусь по физике как по первому предмету профильного испытания (20 баллов), 1463 испытуемых (7,85%). Большинство из них окончили УО разных типов в годы, предшествующие их участию в ЦТ (35,13%), а также УССО и УПТО в 2022 г. (5,87% и 3,62% соответственно). Среди абитуриентов, набравших меньше 20 баллов, 46,95% — выпускники школ, 4,92% — гимназий, 1,29% — лицеев 2022 г. Порогового значения тестового балла, установленного Министерством образования Республики Беларусь по физике как по второму предмету профильного испытания (10 баллов), не преодолели 526 участников ЦТ (2,82%).

Тест состоял из двух частей и включал 32 задания (часть А — 18 заданий, часть В — 14 заданий), на выполнение которых отводилось 210 минут.

Общее число заданий по каждой теме Программы вступительных испытаний по учебному предмету «Физика» для лиц, имеющих общее среднее образование, для получения высшего образования I ступени, 2022 год, утвержденной приказом министра образования Республики Беларусь от 11.11.2021 № 768, определялось количеством учебных часов, отведенных на ее изучение учебными программами. Таким образом, объектом контроля в тесте 2022 г. стал уровень усвоения знаний по следующим разделам:

«Механика» — 11 заданий (34,38%): 7 закрытого и 4 открытого типа;

«Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики» — 7 заданий (21,88%): 4 закрытого и 3 открытого типа;

«Электродинамика» — 9 заданий (28,12%): 4 закрытого и 5 открытого типа;

«Оптика» — 3 задания (9,38%): 1 закрытого и 2 открытого типа;

«Основы квантовой физики» — 1 задание (3,12%) закрытого типа;

«Атомное ядро и элементарные частицы» — 1 задание (3,12%) закрытого типа.

Рассмотрим степень усвоения учебного материала выпускниками УО различных типов по разделам Программы вступительных испытаний. Эквивалентность предложенных абитуриентам на ЦТ вариантов теста позволяет использовать для анализа результаты выполнения 1-го варианта.

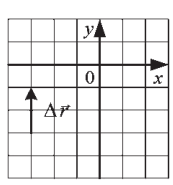
Раздел «Механика»

Посредством семи заданий части А и четырех заданий части В по данному разделу проверялось знание основных понятий механики, особенностей равномерного прямолинейного движения и равнопеременного движения, формул, кинематических законов поступательного движения, законов Ньютона, особенностей движения тела под действием силы тяжести, закона сохранения механической энергии, закона сохранения импульса, закона Архимеда, закономерностей превращения энергии при колебательных движениях и характеристик математического маятника, а также умение применять имеющиеся знания при решении текстовых (качественных, расчетных) и графических задач.

Анализ выполнения заданий части А по разделу «Механика»

Задание А1 проверяло знание основных понятий механики, понимание смысла физических величин (скорости $\vec{v}$ или ускорения $\vec{a}$) и умение интерпретировать физическую информацию, представленную в графической форме. Выполняя это задание, абитуриентам надо было помнить, что при криволинейном движении тела (камня) мгновенная скорость $\vec{v}$ направлена по касательной к траектории движения в той точке траектории, где находится тело в данный момент времени. Этих рассуждений 58,49% абитуриентов было достаточно, чтобы получить верный ответ.

Для правильного выполнения задания А2 тестируемым необходимо было знать определение проекции вектора на ось и уметь считывать информацию с рисунка. Проекция вектора $\Delta\vec{r}$ на ось Ox: $\Delta r_x = \Delta r\cos\alpha$, где α — угол между вектором $\Delta\vec{r}$ и осью Ox. Из рисунка в условии задания видно, что $\alpha = 90°$. Тогда $\Delta r_x = \Delta r\cos 90° = 0$. Для проекции вектора перемещения на ось Oy аналогично: $\Delta r_y = \Delta r\cos\beta = \Delta r\cos 0° = \Delta r > 0$. Выбрали верный ответ 5 чуть меньше половины тестируемых.



Задание А4 было предназначено для проверки знания участниками тестирования определения импульса тела и правила нахождения разности векторов. Выполняя это задание, тестируемым надо было помнить, что импульс тела — векторная величина. В данном случае изменение импульса тела (частицы): $\Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$. Результатом вычитания векторов $\vec{p}_2$ и $\vec{p}_1$ будет вектор, обозначенный на рисунке в условии номером 3. Трудности, возникшие у 47,67% экзаменуемых при выполнении данного задания, могут быть объяснены незнанием правила вычитания векторов.

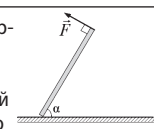
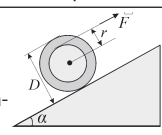
Фото Олега ИГНАТОВИЧА.

Снимок используется в качестве иллюстрации.

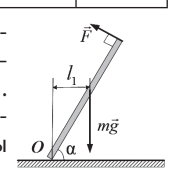
Для выполнения задания А5 абитуриентам необходимо было понимать смысл физического понятия «полная механическая энергия тела» и уметь считывать информацию с графика. Полная механическая энергия тела — это сумма его кинетической и потенциальной энергий: $E_{полн} = E_к + E_п$. Согласно этому определению искомая кинетическая энергия тела $E_к = E_{полн} - E_п$. Заметим, что условию постоянства кинетической энергии соответствует интервал времени, на котором графики зависимости полной механической энергии $E_{полн}$ тела от времени t и потенциальной энергии $E_п$ тела от времени t располагаются параллельно. Анализ дистракторов приводит к верному ответу — 1. Выполнили указанное задание 53% тестируемых.

Статистические показатели, полученные по итогам ЦТ текущего года и второго этапа РТ 2021/2022 учебного года (см. табл. 1), свидетельствуют о невысоком уровне выполнения задач по теме «Условия равновесия твердого тела». При выполнении задания А6 на ЦТ 2022 г. тестируемым необходимо было помнить, что тело, имеющее неподвижную ось вращения, будет находиться в равновесии, если алгебраическая сумма моментов всех сил, приложенных к нему, равна нулю.

Таблица 1

Год проведения ЦТ/РТ	Содержание задания	Ответ	Выполнение, %
ЦТ-2022	**А6.** Рабочий удерживает за один конец однородную доску массой $m = 14$ кг так, что она упирается другим концом в землю и образует угол α = 60° с горизонтом (см. рис.). Если сила $\vec{F}$, с которой рабочий действует на доску, перпендикулярна доске, то модуль этой силы равен: 	1) 35 Н; 2) 61 Н; 3) 70 Н; 4) 121 Н; 5) 140 Н.	18,30
РТ-2021/2022, этап II	**В3.** Катушка с нитью общей массой $m = 19$ г находится на наклонной плоскости с углом наклона α = 30° (см. рис.). Для удержания катушки в состоянии покоя к свободному концу нити приложили силу F, параллельную наклонной плоскости. Если диаметр катушки $D = 6{,}0$ см, а радиус намотки нити $r = 2{,}0$ см, то модуль силы F равен … **мН**. 	57	12,0

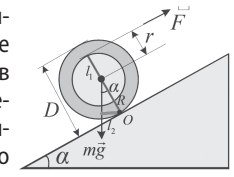
Тогда условие равновесия доски относительно точки O (см. рис.): $M_1 + M_2 = 0$, где M_1 — момент силы тяжести, M_2 — момент силы $\vec{F}$. $-mgl_1 + Fl = 0$, $l_1 = \frac{l}{2}\cos\alpha$, где l — длина доски. Откуда выражение для искомой величины $F = \frac{1}{2}mg\cos\alpha$.



Заметим, что для успешного выполнения задания второго этапа РТ 2021/2022 учебного года по данной теме тестируемым следовало учесть, что катушка находится в состоянии равновесия, а моменты силы реакции плоскости и силы трения относительно оси вращения равны нулю. Следовательно, условие равенства нулю алгебраической суммы моментов сил, действующих на катушку, будет иметь вид: $Fl_1 - mgl_2 = 0$, где $l_1 = R + r$, $l_2 = R\sin\alpha$ (см. рис.). Отсюда выражение для искомой величины $F = \frac{mgR\sin\alpha}{R + r}$.

Можно предположить, что низкий процент решения вышеуказанной задачи связан с неумением абитуриентов находить плечи сил, действующих на тело.

Как показывают статистические данные, среди заданий части А по механике более успешно выполняются стандартные расчетные задачи, а не те, которые требуют применения законов физики для анализа процессов на качественном уровне в конкретных ситуациях. Формальное усвоение теоретического материала, неумение применять знания в заданных ситуациях обнаруживаются при ответах на простые вопросы тестовых заданий.



Анализ выполнения заданий части В по разделу «Механика»

С расчетной задачей В1 по теме «Движение тела, брошенного горизонтально» успешно справились только 20,45% тестируемых, несмотря на то, что решение аналогичной задачи приведено на страницах 102—103 учебного пособия для 9 класса (Л.А.Исаченкова, А.А.Сокольский, Е.В.Захаревич, под ред. А.А.Сокольского). Экзаменуемым необходимо было помнить, что тело, брошенное горизонтально, участвует одновременно в двух движениях: вертикальном свободном падении без начальной скорости и равномерном движении в горизонтальном направлении. Невысокий процент выполнения данной задачи можно объяснить тем, что абитуриенты:

– не сделали схематический рисунок, поясняющий описанную в задаче ситуацию, либо выполнили его небрежно, в результате чего он не соответствовал условию задачи;

– не проанализировали виды движений — равномерное и равноускоренное, что является грубой ошибкой;

– не проанализировали условие задачи, а только подобрали «подходящую» формулу и подставили в нее значения величин;

– не решили задачу в общем виде, т. е. в буквенных обозначениях, а сделали только промежуточные вычисления;

– не использовали формулы, содержащие величины, которые не даны в условии задачи.

Стандартное задание В2 было направлено на проверку умения применять второй закон Ньютона в конкретной ситуации для расчета кинематических и динамических характеристик движения тела по наклонной плоскости под действием нескольких сил. Для его успешного выполнения нужно было применить вышеуказанный закон, формулу перемещения для равнопеременного движения и в итоге получить расчетную формулу:

$$v_0 = \frac{gt\sin\alpha}{2}.$$

Для большинства тестируемых сложным оказалось практико-ориентированное задание В3, предназначенное для проверки умения решать задачи на применение закона Архимеда (см. табл. 2). Аналогичное задание предлагалось испытуемым на ЦТ 2021 г. При выполнении задания ЦТ текущего года абитуриентам необходимо было учесть, что показания динамометра изменяются на величину, численно равную значению силы Архимеда:

$\Delta F = \rho_2 gV$, где $V = \frac{m}{\rho_1}$ — объем шара. Откуда выражение для искомой величины: $\Delta F = \frac{\rho_2 gm}{\rho_1}$.

Таблица 2

Год проведения ЦТ/РТ	Содержание задания	Ответ	Выполнение, %
ЦТ-2022	**В3.** Однородный алюминиевый $\left(\rho_1 = 2{,}70\ \frac{г}{см^3}\right)$ шар массой $m = 54{,}0$ г, подвешенный к динамометру, полностью погружен в керосин $\left(\rho_2 = 0{,}800\ \frac{г}{см^3}\right)$. Если шар полностью извлечь из керосина в воздух, то изменение показаний динамометра ΔF будет равно … **мН**.	160	20,49

ЦТ-2021	**В3.** Однородная льдина $\left(\rho_1 = 900\ \frac{кг}{м^3}\right)$ в форме прямоугольного параллелепипеда с площадью основания $S = 1{,}0\ м^2$ и толщиной $h = 34$ см плавает в воде $\left(\rho_2 = 1000\ \frac{кг}{м^3}\right)$. На льдину положили камень $\left(\rho_3 = 2200\ \frac{кг}{м^3}\right)$. Если камень погрузился в воду на половину своего объема, а льдина погрузилась в воду полностью, то объем V камня равен … **дм³**.	20	16,31

При решении задания, предложенного на ЦТ-2021, абитуриенты должны были обратить внимание на то, что камень погрузился в воду на половину своего объема, а льдина погрузилась в воду полностью. Поскольку льдина с камнем плавает в воде, значит, выталкивающая сила равна силе тяжести, т. е. их модули равны $|F_A| = |F_T|$. Тогда условие равновесия льдины с камнем имеет вид:

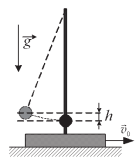
$\rho_2 g\left(Sh + \frac{V_к}{2}\right) = (m_л + m_к)g$. Принимая во внимание, что $m = \rho V$, имеем:

$\rho_2 g\left(Sh + \frac{V_к}{2}\right) = (\rho_1 Sh + \rho_3 V_к)g$. Откуда выражение для искомой величины:

$$V_к = \frac{2Sh(\rho_2 - \rho_1)}{2\rho_3 - \rho_2}.$$

Невысокий процент выполнения задач такого типа связан прежде всего с тем, что здесь нельзя действовать по заранее известному алгоритму. Решение данных задач строится на анализе и понимании процессов, описанных в их условии. Если учесть, что аналогичные задания были представлены на РТ 2020/2021 и 2021/2022 учебных годов, то процент выполнения предложенных заданий кажется необоснованно низким.

Среди расчетных задач существенное затруднение вызвало классическое задание В4 пятого уровня сложности с нестандартной формулировкой, в котором контролировалось умение решать задачи на применение закона сохранения механической энергии (ЗСЭ) и закона сохранения импульса.

ЦТ-2022	**В4.** На гладкой горизонтальной поверхности установлен штатив массой $M = 800$ г, к которому на длинной нерастяжимой нити подвешен шарик массой $m = 200$ г, находящийся в состоянии равновесия (см. рис.). Штативу ударом сообщили горизонтальную скорость, модуль которой $v_0 = 0{,}95\ \frac{м}{с}$. Максимальная высота h, на которую поднимется шарик после удара, равна … **мм**.	

Из условия задачи понятно, что поскольку трение отсутствует, то для выполнения задания является необходимым знание ЗСЭ. Применительно к движению штатива и шарика ЗСЭ имеет вид:

$\frac{Mv_0^2}{2} = \frac{(M+m)v^2}{2} + mgh$ (1).

Максимальная высота h, на которую поднимется шарик после удара штатива, будет в тот момент, когда скорости штатива и шарика относительно горизонтальной поверхности будут равны между собой, т. е. $v_1 = v_2 = v$. Заметим, что в нашем случае выполняется и закон сохранения импульса: $Mv_0 = (M+m)v$ (2).

Решая совместно уравнения (1) и (2), получим выражение для искомой величины:

$$h = \frac{Mv_0^2}{2g(m+M)}.$$

Невысокий процент выполнения задания показывает, что самым трудным для экзаменуемых было следующее:

- учесть условие равенства скоростей штатива и шарика в момент, когда шарик поднимется на максимальную высоту;
- составить систему из двух уравнений и решить ее относительно неизвестной величины.

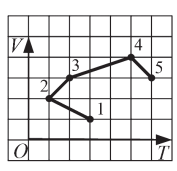
Анализируя выполнение заданий раздела «Механика», необходимо отметить, что лучше всего абитуриентами выполняются задания, требующие знания основных понятий, формул и законов, а также задания, подобные тем, которые приводятся в учебных пособиях для УОСО и доступны абитуриентам при самостоятельной подготовке к ЦТ. Значительно ниже результаты выполнения качественных, комбинированных расчетных задач с нестандартной формулировкой, при решении которых необходимо представить и проанализировать происходящие процессы и явления, а не только вспомнить известные алгоритмы решения стандартных задач. Как и в прошлом году наблюдается корреляция между процентом выполнения задания и его уровнем сложности.

Раздел «Основы МКТ и термодинамики»

Посредством четырех заданий части А и трех заданий части В по данному разделу проверялись: уровень усвоения наиболее важных понятий и законов термодинамики; умение анализировать графическую информацию при решении качественных и расчетных задач (на применение первого закона термодинамики, на уравнение теплового баланса).

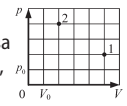
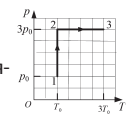
Анализ выполнения заданий части А по разделу «Основы МКТ и термодинамики»

Схематичные рисунки к задачам являются емким и коротким, по сравнению со словесным, способом описания физических ситуаций. В ЦТ 2022 г. посредством задания А8 проверялось знание формулы внутренней энергии одноатомного идеального газа, умение считывать и анализировать информацию с графика. Поскольку внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропорциональна его температуре $U = \frac{3}{2}\nu RT$, то наименьшему значению внутренней энергии на VT-диаграмме будет соответствовать точка с наименьшим значением температуры. Из рисунка в условии видно, что в точке 2 значение температуры наименьшее. Следовательно, ответ очевиден и обозначен цифрой 2. Представленная в вышеуказанном задании VT-диаграмма придала задаче наглядность и позволила 54,74% тестируемых быстро найти решение.



Формальное усвоение теоретического материала, неумение применять теорию в предложенной ситуации не позволило 52,92% абитуриентов справиться с заданием А9 на ЦТ 2022 г. (см. табл. 3). Задание стандартное, оно проверяло знание уравнения Клапейрона для идеального газа, количество вещества которого постоянно, $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ и умение подставлять в него необходимую информацию из рисунка в условии $\left(\frac{2p_0 \cdot 5V_0}{T_1} = \frac{4p_0 \cdot 2V_0}{T_2}\right)$. Откуда $T_2 = 0{,}8T_1$, $T_2 = 0{,}8 \cdot 400$ К $= 320$ К.

Таблица 3

Год проведения ЦТ/РТ	Содержание задания	Ответ	Выполнение, %
ЦТ-2022	**А9.** Идеальный газ, количество вещества которого постоянно, перевели из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Если в состоянии 1 температура газа $T_1 = 400$ К, то в состоянии 2 температура газа T_2 равна: 	1) 1000 К; 2) 800 К; 3) 500 К; 4) 320 К; 5) 200 К.	47,08
РТ-2018/2019, этап II	**А8.** Идеальный газ постоянной массы переводят из состояния 1 в состояние 3 (см. рис.). Если в состоянии 1 объем идеального газа V_0, то в состоянии 3 объем V идеального газа равен: 	1) V_0; 2) 1,5 V_0; 3) 2 V_0; 4) 3 V_0; 5) 9 V_0.	54,82

Отметим, что на втором этапе РТ 2018/2019 учебного года абитуриентам была предложена подобная расчетная задача с невербальной формой поддержки такого же уровня сложности, как и на ЦТ-2022. Тестируемым необходимо было извлечь информацию из графика и рассчитать объем газа в третьем состоянии. Как показал анализ статистических данных, результаты выполнения задания участниками на РТ были несколько выше по сравнению с ЦТ текущего года. Возможно, 45,18% тестируемых не знали уравнение состояния идеального газа или допустили ошибки в простейших математических преобразованиях. Подобные задания широко приводятся в учебных пособиях, используемых в УОСО. Очевидно, что задания, в которых требуется умение извлекать необходимую информацию из невербальных источников информации при их наличии в условии, вызывают у абитуриентов затруднения.

Дифференцирующая способность задания, предложенного на ЦТ 2022 г., находится в пределах 77%, на втором этапе РТ 2018/2019 учебного года — 67%.

Анализ выполнения заданий части В по разделу «Основы МКТ и термодинамики»

Посредством задания В6 (см. табл. 4) практической направленности проверялось понимание физического смысла величины «относительная влажность» и умение ее рассчитывать. Для успешного выполнения задания абитуриентам необходимо было знать смысл основных понятий темы «Влажность воздуха» и уметь применять формулу для расчета относительной влажности воздуха $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$. С предложенным заданием справились 29,07% выпускников школ, 57,29% выпускников гимназий, 69,35% выпускников лицеев и 7,76% выпускников УССО и УПТО текущего года. Подобные задания приводятся в школьных учебных пособиях. Кроме того, аналогичные задания были предложены тестируемым на третьем этапе РТ 2021/2022 учебного года и к тому же имели практически одинаковый процент выполнения (см. табл. 4).

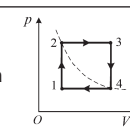
Таблица 4

Год проведения ЦТ/РТ	Содержание задания	Ответ	Выполнение, %
ЦТ-2022	**В6.** Значения плотности $\rho_н$ насыщенного водяного пара при различных температурах t представлены в таблице. Если в одном кубическом метре комнатного воздуха при температуре $t_0 = 20$°С содержится $m = 11{,}2$ г водяного пара, то относительная влажность φ воздуха в комнате равна … **%**. t, °С: 16; 17; 18; 19; 20 $\rho_н$, $\frac{г}{м^3}$: 13,6; 14,5; 15,4; 16,3; 17,3	65	32,25
РТ-2021/2022, этап III	**В5.** В спортивном зале объемом $V = 1{,}2 \cdot 10^3$ м³ температура воздуха $t = 30$°С, а относительная влажность воздуха $\varphi = 80\%$ Если при данной температуре воздуха плотность насыщенного пара $\rho_н = 30{,}3 \cdot 10^{-3}\ \frac{кг}{м^3}$, то масса m водяного пара, содержащегося в спортивном зале, равна … **кг**.	29	29,52

Заметим, что на третьем этапе РТ 2021/2022 учебного года искомую массу m водяного пара тестируемые определяли по формуле $m = \rho V$ (1). Поскольку относительная влажность воздуха $\varphi = \frac{\rho}{\rho_н} \cdot 100\%$ (2), то из уравнения (2) несложно было определить плотность водяного пара, содержащегося в воздухе, $\rho = \frac{\varphi\rho_н}{100\%}$ и, подставляя в (1), получить итоговое выражение для искомой величины: $m = \frac{\varphi\rho_н}{100\%}V$.

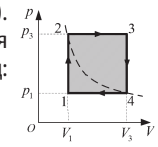
Владение данной темой контролируется на ЦТ уже третий год, и нами отмечалось, что у большинства абитуриентов возникают сложности при выполнении заданий по вышеуказанной теме. Возможно, сказывается недостаточная практика решения подобных задач в школе.

Задание В7 четвертого уровня сложности было направлено на проверку умения применять первый закон термодинамики к циклическим процессам с использованием графической информации.

ЦТ-2022	**В7.** Идеальный одноатомный газ, количество вещества которого $\nu = 0{,}400$ моль, совершил замкнутый цикл, точки 2 и 4 которого лежат на одной изотерме. Участки 1→2 и 3→4 этого цикла являются изохорами, а участки 2→3 и 4→1 — изобарами (см. рис.). Работа, совершенная силами давления газа за цикл, $A = 332$ Дж. Если в точке 3 температура газа $T_3 = 1156$ К, то в точке 1 температура T_1 газа равна … **К**.	

Для успешного выполнения вышеуказанного задания от абитуриентов требовалось правильно записать формулу для расчета работы газа, применить уравнение состояния газа для четырех состояний газа и решить их совместно относительно искомой величины. Работа газа за цикл равна площади фигуры, ограниченной графиком циклического процесса в координатах p, V (прямоугольник на рисунке). Проанализировав pV-диаграмму, имеем:

$A = (p_3 - p_1)(V_3 - V_1) = p_3V_3 - p_1V_3 - p_3V_1 + p_1V_1$ (1).



Уравнение Клапейрона — Менделеева для идеального газа в состояниях 1, 2, 3 и 4 имеет вид:

$p_1V_1 = \nu RT_1$ (2), $p_2V_2 = \nu RT_2$ (3), $p_3V_3 = \nu RT_3$ (4), $p_4V_4 = \nu RT_4$ (5).

Решая совместно уравнения (1)—(5) и учитывая, что $V_1 = V_2$, $V_3 = V_4$, $p_1 = p_4$, $p_2 = p_3$, $T_2 = T_4$, получаем выражение для искомой величины:

$$T_1 = T_3\left(1 - \sqrt{\frac{A}{\nu RT_3}}\right)^2.$$

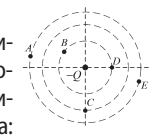
Успешно справились с вышеуказанным заданием лишь 2,2% испытуемых. Невысокий процент выполнения данного задания является показателем того, что тестируемые не отработали навыки решения подобных задач. Тему «Применение первого закона термодинамики» выпускники успешнее осваивают на уровне применения нужных формул, но процессы, происходящие в газах, анализировать не умеют.

При анализе результатов выполнения заданий по термодинамике нами было отмечено, что задания, направленные на проверку основных формул и законов, без сопутствующих графиков, из которых абитуриентам нужно извлечь соответствующую информацию, выполняются более успешно.

Раздел «Электродинамика»

Посредством четырех заданий части А и пяти заданий части В контролировалось знание наиболее важных понятий, явлений, физических моделей, схем, величин, формул, законов электродинамики, умение решать качественные, графические, расчетные задачи на электрические взаимодействия, расчет потенциала электростатического поля, применение закона Ома для участка цепи и закономерностей последовательного и параллельного соединения проводников, определение силы Лоренца.

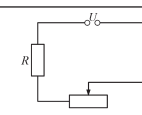
Анализ выполнения заданий части А по разделу «Электродинамика»



С помощью задания А11 проверялось понимание смысла потенциала электростатического поля и знание формулы для расчета потенциала электростатического поля точечного заряда: $\varphi = \frac{kq}{r}$. При анализе условия и рисунка к задаче абитуриенты должны были обратить внимание на то, что потенциал поля во всех точках отрицательный, т. е. $\varphi = -\frac{kQ}{r}$. Тогда, анализируя последнее равенство и рисунок в условии задачи, нетрудно выбрать правильные ответы: 2, 4, 5. С данным заданием успешно справились 21,66% выпускников средних школ, 31,53% выпускников гимназий, 37,90% выпускников лицеев текущего года. Анализ результатов выполнения заданий такого типа свидетельствует о том, что самое трудное для абитуриентов — понимание смысла физических понятий, законов, явлений и процессов по сравнению с воспроизведением материала и применением формул для несложных вычислений. Невысокий процент выполнения данного задания, вероятно, обусловлен и неумением извлекать из рисунка нужную информацию.

Практико-ориентированное задание А13 было направлено на проверку у абитуриентов знания закона Ома для участка цепи, формулы для расчета тепловой мощности и умения решать задачи на расчет электрических цепей с использованием закономерностей последовательного соединения проводников. Аналогичное задание предлагалось на третьем этапе РТ 2020/2021 учебного года (см. табл. 5).

Таблица 5

Год проведения ЦТ/РТ	Содержание задания	Ответ	Выполнение, %
ЦТ-2022	**А13.** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из резистора с сопротивлением R и реостата с максимальным сопротивлением $2R$, подключенной к источнику постоянного напряжения U. Ползунок реостата находится в среднем положении, и в реостате выделяется тепловая мощность $P_1 = 90$ Вт. Если ползунок реостата установить в крайнее правое положение, то тепловая мощность P_2, выделяемая в реостате, станет равна: 	1) 45 Вт; 2) 60 Вт; 3) 80 Вт; 4) 135 Вт; 5) 180 Вт.	10,20
РТ-2020/2021, этап III	**А14.** Два резистора сопротивлениями $R_1 = 18$ Ом и $R_2 = 25$ Ом соединены последовательно и подключены к источнику постоянного тока. Если за некоторое время суммарное количество теплоты, выделившееся на резисторах, $Q = 860$ Дж, то количество теплоты Q_2, выделившееся за это же время на втором резисторе, равно:	1) 0,36 кДж; 2) 0,43 кДж; 3) 0,50 кДж; 4) 0,55 кДж; 5) 0,62 кДж.	42,50

► ► ► 16 стар.