

Нядаўна ў нашу рэдакцыю прыйшоў ліст ад настаўніка фізікі гомельскай гімназіі № 56 Аляксея Мікалаевіча Паўлава. У ім аўтар выказаў свае развагі наконт цэнтралізаванага тэсціравання і ў прыватнасці наконт адной фізічнай задачы.

“Хацелася б падзяліцца варыянтам рашэння задачы В10 у заданнях 2012 года па фізіцы, — піша Аляксей Мікалаевіч. — Скажу прама, на выкананне гэтай задачы было затрачана значна больш як тры гадзіны”.

Аўтар пісьма даслаў нам уласнае рашэнне згаданай задачы, якое займае 4 старонкі тэксту, з малюнкамі, графікамі і складанымі разлікамі (цалкам яно выкладзена на сайце нашай газеты). Відавочна, што каб толькі напісаць усе гэтыя формулы, трэба вельмі шмат часу, не кажучы ўжо пра тое, каб паразважаць і знайсці правільны шлях рашэння...

“Якое ж было маё здзіўленне, — працягвае Аляксей Мікалаевіч, — калі я даведаўся, што ў нашай краіне ў гэтым годзе 2 абітурыенты здалі ЦТ па фізіцы на запаветную сотню! Іх было б значна больш, калі б некаторыя задачы не выходзілі так далёка за межы школьнага курса. Гэта было б справядліва ў дачыненні да тых абітурыентаў, хто добрасумленна рыхтаваўся да тэсціравання. Думаецца, кожны павінен мець рэальны шанс зарабіць найвышэйшы бал, не выходзячы на ўзровень кандыдацкай дысертацыі!”.

Натуральна, мы не маглi пакінуць без увагі ліст нашага чытача і звярнуліся ў Рэспубліканскі інстытут кантролю ведаў з просьбай даць тлумачэнні наконт згаданай задачы. І вось зараз мы друкуем адказ РІКВ.

дзе E — ЭДС індукцыі в кольце, v_x — проекция на ось Ox мгновенной скорости кольца.

ЭДС індукцыі E , определим по закону электромагнитной индукции Фарадея:

$$|E| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{S\Delta B}{\Delta t} = \frac{Sk\Delta x}{\Delta t} = Skv_x, \quad (4)$$

где $S = \pi r^2$ — площадь кольца.

Под действием силы Ампера кольцо движется с ускорением a :

$$F_{Ax} = ma_x. \quad (5)$$

Подставим (4) и (5) в (3), затем сократим на v_x :

$$\frac{(kS)^2 v_x}{R} = -ma_x. \quad (6)$$

По определению

$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}, \quad v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}, \quad (7)$$

где Δt — малая величина. Из (6) и (7) получим

$$\frac{(kS)^2 \Delta x}{mR} = -\Delta v_x. \quad (8)$$

Поскольку $\frac{(kS)^2}{mR}$ есть постоянная

Выпускник гимназии Лунинца Максим Антонович отметил, что “во всех задачах прошедшего ЦТ 2012 года по физике не было ничего выходящего за рамки понимания абитуриента. Задача В10 порадовала своей новизной, на предыдущих этапах не было ничего подобного. Авторам удалось сделать объективный тест”.

Нас приятно удивили абитуриенты, которые решили данную задачу не только вышеуказанным способом, но и предложили свой вариант, демонстрирующий глубокое понимание физики. В качестве примера приведем решение Максима Антоновича (стиль автора сохранен).

Так как магнитное поле неоднородно, оно будет иметь радиальную составляющую B_{II} , которая и будет тормозить кольцо. Найдём её:

$$\pi r^2 k(x_0 + \Delta x) - \pi r^2 kx_0 = 2\pi r \Delta x B_{II}$$

$$B_{II} = \frac{kr}{2}$$

Запишем 2-й закон Ньютона для кольца, Δt — небольшой промежуток времени.

$$m\Delta\vartheta = F\Delta t$$

Распишем силу Ампера:

Як рашыць самую складаную задачу?

Мы благодарим автора письма за небезразличное отношение к тестовым заданиям по физике и изложим наши позиции по вопросам, на которые он обратил внимание.

Относительно соответствия материалов ЦТ учебной программе сообщаем следующее. Все тестовые задания, предоставленные для проведения централизованного тестирования в 2012 году, прошли предварительную экспертизу на предмет соответствия требованиям Программы вступительных испытаний по учебному предмету “Физика” для лиц, имеющих общее среднее образование, для получения среднего специального или высшего образования, утвержденной приказом Министерства образования Республики Беларусь от 23.12.2011 № 813. Независимая экспертиза тестов, проведенная после завершения вступительной кампании 2012 года, также установила их соответствие требованиям вышеуказанного нормативного документа.

Реальность требований, предъявляемых к знаниям абитуриентов, посильность тестов для тех, кто “добросовестно готовился к тестированию”, подтверждает и наличие высоких результатов.

В отношении вашего замечания о сложности отдельных заданий поясняем. Тест по физике содержит задания 5 уровней сложности, что отвечает цели проводимого контроля — качественному отбору абитуриентов в учреждения высшего образования на специальности, где физика является профилирующим предметом, т.е. доминирует в обучении. Именно наличие в тесте таких задач, как В10, и позволяет отобрать наиболее подготовленных абитуриентов.

Приведем решение задачи В10 варианта 3, руководствуясь материалом (вторым законом Ньютона, законом сохранения энергии и законом Джоуля-Ленца, законом электромагнитной индукции Фа-

радея), заявленным в учебной программе по физике.

Задание:

Проволочное кольцо радиуса $r = 3,0$ см и массой $m = 98,6$ мг, изготовленное из проводника сопротивлением $R = 81$ мОм, находится в неоднородном магнитном поле, проекция индукции которого на ось Ox имеет вид $B_x = kx$, где $k = 2,0 \frac{\text{Тл}}{\text{м}}$, x — координата. В направлении Ox кольцу ударом сообщили скорость, модуль которой $v_0 = 3,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Если плоскость кольца во время движения была перпендикулярна оси Ox , то до остановки кольцо прошло расстояние s , равное ... см.

Решение:

Физические процессы при движении кольца:

1. При движении кольца в неоднородном магнитном поле в кольце возникает ЭДС индукции E .
2. ЭДС индукции вызывает ток I .
3. На проводник с током действует сила Ампера F_A , которая останавливает кольцо.
4. При протекании тока в кольце выделяется теплота Q .

Рассмотрим превращение энергии в системе.

Кинетическая энергия W кольца превращается в теплоту Q , выделяемую в проводнике при протекании индукционного тока

$$W = Q \quad (1)$$

С другой стороны, сила Ампера F_A , проекция которой на ось Ox отрицательная, играет роль силы трения. Ее работа равна кинетической энергии кольца, взятой с обратным знаком.

$$W_{тр} = -W. \quad (2)$$

Тепловая мощность, выделяемая в кольце, равна мощности “силы трения”:

$$P_Q = \frac{E^2}{R} = -F_{Ax} v_x \quad (3)$$

величина (она не зависит ни от положения кольца, ни от времени), то соотношение (8) справедливо не только для малых промежутков Δt , но и для больших промежутков времени. Поэтому

$$x - x_0 = \frac{mR}{(kS)^2} (v_0 - v). \quad (9)$$

Полагая в (9), что $x_0 = 0$, $v = 0$, максимальный путь s , который пройдет кольцо до остановки, равен:

$$s = \frac{mv_0 R}{(\pi r^2 k)^2}. \quad (10)$$

Численно:

$$s = \frac{98,6 \cdot 10^{-6} \cdot 3,0 \cdot 81 \cdot 10^{-3}}{(3,14 \cdot 2,0 \cdot 3,0 \cdot 10^{-4})^2} = 0,75 \text{ (м)} = 75 \text{ (см)}.$$

Ответ: 75 см.

Объективности ради, мы посчитали правильным получить решение задачи В10 от непосредственных участников ЦТ 2012 года. Многие абитуриенты (Мария Сасим, Илья Дубров, Янина Мосилевич и другие), которые сегодня являются студентами I курса учреждений высшего образования, не только откликнулись на нашу просьбу прислать свое решение задачи, но и оставили отзывы о тесте по физике.

Так, например, Илья Дубров из Жодино заметил: “Благодаря своей первой учительнице физики Э.Н.Якубовской я полюбил этот предмет. В 2010 году поступил в физико-математический класс Минского государственного областного лицея. В 2012 году на олимпиаде фортуна отвернулась от меня и впереди предстояло ЦТ. Репетиторов я не посещал, все необходимые знания получил в лицее. По физике набрал 81 балл (рассчитывал на больше). Как оказалось, решил самую сложную задачу — В10. Сейчас я студент факультета прикладной математики и информатики БГУ. Учиться тяжело, но интересно. Надеюсь, что впереди меня ждет много нового”.

$$m\Delta\vartheta = \frac{\Delta\Phi}{R\Delta t} B_{II} 2\pi r \Delta t$$

$$m\Delta\vartheta = \frac{\pi r^2 k \Delta x}{R} \frac{kr}{2} 2\pi r.$$

Заметим, что предыдущую формулу можно просуммировать, при этом

$$\sum \Delta\vartheta = \vartheta_0, \quad \sum \Delta x = s.$$

$$m\vartheta_0 = \frac{\pi^2 r^4 k^2}{R} s$$

Отсюда:

$$s = \frac{m\vartheta_0 R}{\pi^2 r^4 k^2}.$$

И действительно, непросто стать студентом, еще сложнее учиться на специальности физико-математического профиля. Однако “реальный шанс заработать высший балл, не выходя на уровень кандидатской диссертации”, есть у всех, кто не просто механически запоминает законы и формулы, а учится применять их на практике, стремится понять особенности протекания физических процессов и явлений.

Уважаемый Алексей Николаевич! Задачей централизованного тестирования является не значительное увеличение количества абитуриентов, набравших “заветную сотню” баллов, а справедливое их ранжирование в зависимости от уровня подготовки по физике. Задачи, которые вы анализируете, в тестах предназначены для дифференциации наиболее подготовленных абитуриентов. Цитируемый нами Илья Дубров, как оказалось, даже не подозревал, что решил самую сложную задачу. Как показывают наши наблюдения, у этой части абитуриентов, как правило, на все тридцать заданий уходит чуть больше двух (!) часов.

Николай ФЕСЬКОВ,
директор Республиканского института контроля знаний.