Сахаров Александр Николаевич, Краснов Владимир Львович

ЗАДАЧА О МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ГЕНЕРАТОРЕ НА ФИЗИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЕ

Статья посвящена подготовке учащихся средней школы к олимпиаде по физике. Предлагается для облегчения понимания сложных задач сводить их к последовательности более простых, позволяющих уяснить суть рассматриваемых физических процессов. В качестве примера рассмотрена олимпиадная задача о магнитогидродинамическом генераторе. Изложены подробное решение задачи и обсуждение полученного результата. Статья может быть полезна школьному учителю при его работе с одаренными детьми.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2015/12/34.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2015. № 12 (102). С. 136-139. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2015/12/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

6. **Коринфский А. А.** Народная Русь. Круглый год сказаний, поверий, обычаев и пословиц русского народа [Электронный ресурс]. Смоленск: Русич, 1995. 656 с. URL: http://www.booksite.ru/fulltext/kor/inp/hsky/ (дата обращения: 15.11.2015).
7. **Костомаров Н. И.** Славянская мифология. Исторические монографии и исследования. М.: Чарли, 1994. 688 с.
8. **Русский народ, его обычаи, обряды, предания и суеверия. Собр. М. Забылиным** / репринтное воспроизведение издания 1880 года. Симферополь: Таврида, 1992. 616 с.
9. **Славянские древности**: этнолингвистический словарь: в 5-ти т. М.: Международные отношения, 2009. Т. 4. П (Переправа через воду) – С (Сито) / под ред. Н. И. Толстого. 656 с.
10. **Толстой Н. И.** Очерки славянского язычества. М.: Индрик, 2003. 624 с.
11. **Трегубова Е. Н.** Кубанский диалектный корпус: принципы построения и программное обеспечение // Слово и словарь. Vocabulum et vocabularium: сб. научн. трудов по лексикографии. Харьков: Выдавництво «Підручник НТУ “ХПІ”», 2011. Вып. 12 / под ред. В. В. Дубичинского и Т. Ройтера. С. 66-71.

MERMAID: MYTHICAL PERSONAGE IN TRADITIONAL KUBAN CULTURE

Sartaeva Lyudmila Ivanovna, Ph. D. in Pedagogy, Associate Professor
Kuban State University (Branch) in Slavyansk-on-Kuban
sartaeva60@mail.ru

The author analyzes fragments from the texts included into the Electronic Corpus of Kuban Dialect Culture. The investigated materials indicate that the bearers of traditional culture preserve conceptions on the demonic creatures having their origin in the pagan epoch. The paper describes the demonological superstitions associated with such personage of the “lower” Slavonic mythology as a mermaid.

Key words and phrases: Electronic Corpus of Kuban Dialect Culture; regional culture; dialect speakers; “lower” mythology; demonological superstitions; mythical personage; mermaid.

УДК 372.853
Педагогические науки

Статья посвящена подготовке учащихся средней школы к олимпиаде по физике. Предлагается для облегчения понимания сложных задач сводить их к последовательности более простых, позволяющих уяснить суть рассматриваемых физических процессов. В качестве примера рассмотрена олимпиадная задача о магнитогидродинамическом генераторе. Изложены подробное решение задачи и обсуждение полученного результата. Статья может быть полезна школьному учителю при его работе с одаренными детьми.

Ключевые слова и фразы: олимпиада по физике; подготовка к олимпиаде; одаренные дети; магнитогидродинамический генератор; школьная олимпиада.

Сахаров Александр Николаевич, к.т.н., доцент
Краснов Владимир Львович, к.х.н., доцент
Дзержинский политехнический институт (филиал)
Нижегородского государственного технического университета имени Р. Е. Алексеева
alexandr.sakharoff@yandex.ru; kvl052@mail.ru

ЗАДАЧА О МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ ГЕНЕРАТОРЕ НА ФИЗИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЕ©

Работа с одаренными детьми в школе – непростая и многосторонняя задача. Если ограничиться только занятиями по расписанию в составе обычного класса, то значительных результатов достичь не удастся. Кроме того, возможна потеря заинтересованности и увлечения физикой. Для того чтобы этого не произошло, одаренных детей отбирают в профильные классы, проводят факультативные занятия [1], индивидуально готовят к участию в олимпиадах и школьных научных конференциях. Подготовка к научной конференции по физике рассмотрена, например, в работе [6]. Данная статья посвящена подготовке к олимпиаде. Вопросы подготовки учащихся к олимпиаде по физике рассматриваются, например, на Астрофизическом портале [3], в пособии В. Грабцевича [2], на сайтах [4; 7].

Подготовка школьников к олимпиаде по физике – это довольно сложная и ответственная работа. Кроме повторения изученного материала, очень важно разобрать методы решения задач, в том числе и нестандартных. В заданиях, предлагающихся на олимпиадах, встречаются сложные и вызывающие значительные затруднения у школьников задачи. При подготовке одаренных учеников к олимпиаде целесообразно научить их разбивать сложную задачу на ряд более простых для того, чтобы лучше уяснить суть рассматриваемых физических процессов и наметить пути решения исходной задачи. В данной статье рассматривается конкретный пример того, как очень сложная задача разбивается на ряд более простых. Это задача о магнитогидродинамическом генераторе.

© Сахаров А. Н., Краснов В. Л., 2015

Задача 1. В магнитогидродинамическом генераторе (МГД-генераторе) поток заряженных частиц попадает в магнитное поле. При этом происходит разделение электрических зарядов и на электродах создается ЭДС индукции. Электроды представляют из себя прямоугольные пластины размерами $l \times h$, расстояние между ними – d. Магнитное поле, индукция которого $\vec{B}$, направлено параллельно электродам и перпендикулярно скорости $\vec{V}$ потока заряженных частиц (Рис. 1). Удельное сопротивление потока – ρ. Чему равна максимальная мощность, которую может отдавать во внешнюю цепь такой генератор?

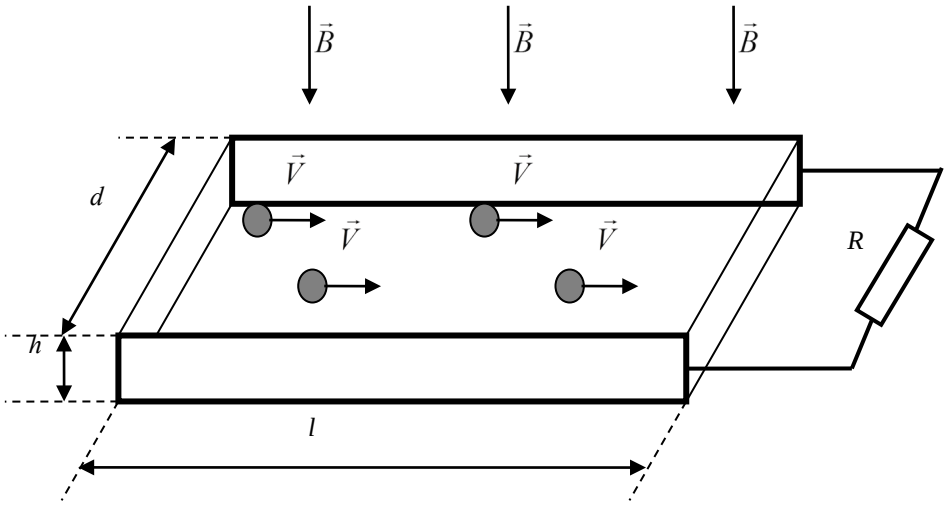

Рис. 1

Многие школьники, увидев такую задачу, не представляют, как к ней подступиться. Решение может стать значительно более понятным, если рассмотреть сначала несколько более простых задач и использовать полученные в них результаты. Для начала рассмотрим классическую задачу, которую большая часть участников олимпиад решают без особенных проблем.

Задача 2. Горизонтальный проводник длиной d движется с постоянной скоростью V в вертикальном магнитном поле с индукцией B. Скорость проводника направлена горизонтально, перпендикулярно проводнику. Чему равна разность потенциалов между концами проводника?

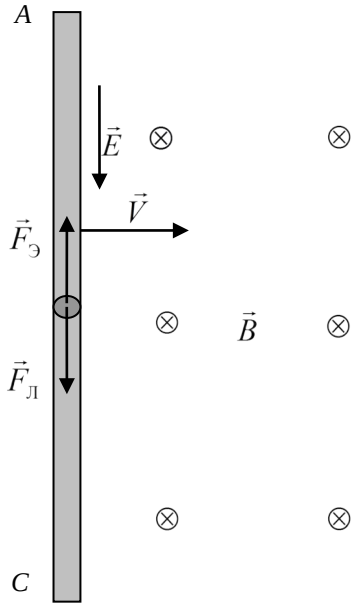

Рис. 2

Решение. При движении проводника в магнитном поле на свободные электроны действует сила Лоренца (Рис. 2). Под действием этой силы часть свободных электронов смещается ближе к точке *C* проводника. Вблизи точки *A* образуется нескомпенсированный положительный заряд. В результате этого образуется

электрическое поле, вектор напряженности $\vec{E}$ которого направлен от точки *A* к точке *C*. Это поле действует на электроны, препятствуя дальнейшему перераспределению электронов [5; 8]. При установлении равновесия электростатическая сила оказывается равной силе Лоренца:

$F_Э = F_Л$.

Подставляем выражения для этих сил и получаем напряженность электрического поля:

$qE = qVB$,

$E = VB$.

Электрическое поле в проводнике оказывается однородным, поэтому искомая разность потенциалов

$$\Delta\phi = Ed = VBd. \quad (1)$$

Решение следующей задачи поможет приблизиться к пониманию физических процессов, происходящих в МГД-генераторе.

Задача 3. Длинный проводник прямоугольного сечения с размерами h и d помещен в однородное магнитное поле, вектор индукции $\vec{B}$ которого направлен вдоль ребра длиной h. По проводнику протекает ток I. Определите напряжение между вертикальными плоскостями проводника. Концентрация свободных электронов в проводнике равна n.

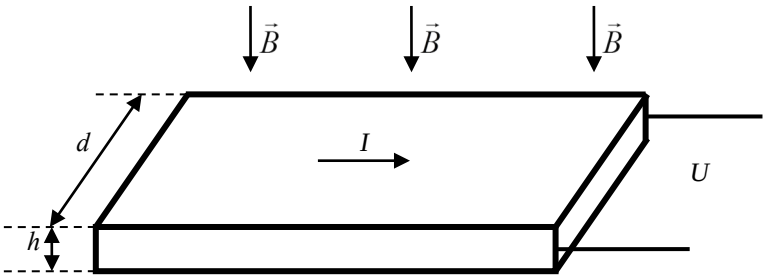

Рис. 3

Решение

Плотность тока в проводнике определяется выражением

$j = neV$,

где *e* − заряд электрона;

V − средняя скорость дрейфа свободных электронов.

Сила тока в проводнике

$I = jhd = neVhd$.

Выражаем скорость *V* и подставляем ее в формулу (1).

$$V = \frac{I}{nehd},$$

$$U = \Delta\phi = \frac{IB}{enh}. \quad (2)$$

Далее следует рассмотреть задачу о согласовании нагрузки с источником питания в электрических цепях.

Задача 4. Гальванический элемент, имеющий ЭДС ε и внутреннее сопротивление r, нагружают на внешнее сопротивление. Определить максимальную мощность, которую может отдавать данный гальванический элемент в нагрузку.

Решение

При подключении сопротивления нагрузки *R* к гальваническому элементу в цепи потечет электрический ток:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}.$$

Мощность, выделяющаяся в нагрузке:

$$P = I^2 R = \frac{\varepsilon^2 R}{(R + r)^2}.$$

Для того чтобы определить условие, при котором эта мощность максимальна, берем производную от мощности *P* по *R* и приравниваем ее к нулю:

$$P_R^{/} = \frac{\varepsilon^2 (r - R)}{(R + r)^3} = 0.$$

Следовательно, мощность максимальна при $R = r$.

В результате имеем

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2 r}{4r^2} = \frac{\varepsilon^2}{4r}. \quad (3)$$

Теперь, используя результаты решения Задач 3 и 4, можно решать исходную задачу о МГД-генераторе.

В генераторе возникает электродвижущая сила, определяемая выражением (2):

$$\varepsilon = \frac{IB}{enh}.$$

Сила тока I может быть выражена через плотность тока j, скорость движения частиц V и геометрические размеры генератора:

$$I = jS = jhd = neVhd.$$

С учетом данного выражения, имеем:

$$\varepsilon = \frac{IB}{enh} = \frac{neVhdB}{enh} = VdB.$$

Максимальная мощность, отдаваемая генератором во внешнюю цепь, определяется выражением (3). Для того чтобы его использовать, требуется определить внутреннее сопротивление генератора:

$$r = \frac{\rho d}{lh}.$$

Окончательно имеем:

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{V^2 d^2 B^2 lh}{4\rho d} = \frac{V^2 B^2 dlh}{4\rho}.$$

Таким образом, разделив задачу на ряд более простых, можно достичь лучшего понимания сути физических процессов и методов решения сложных физических задач.

Список литературы

1. **Александрова Н. В.** Работа с одаренными детьми в условиях непрофильной школы [Электронный ресурс]. URL: http://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2012/09/01/rabota-s-odarennymi-detmi-vusloviyakh-neprofilnoy-shkoly (дата обращения: 17.10.2015).
2. **Грабцевич В.** Методическое пособие для подготовки к олимпиаде по физике [Электронный ресурс]. URL: http://www.afportal.ru/physics/olymp/training (дата обращения: 17.10.2015).
3. **Общие рекомендации по решению задач по физике** [Электронный ресурс]. URL: http://www.afportal.ru/physics/advice (дата обращения: 17.10.2015).
4. **Олимпиадная подготовка по физике** [Электронный ресурс]. URL: http://thiziki.blogspot.ru/ (дата обращения: 17.10.2015).
5. **Ромишевский Е., Стасенко А.** Магнитная сила и закон электромагнитной индукции // Квант. 2008. № 5. С. 38-40.
6. **Сахаров А. Н., Краснов В. Л.** Подготовка ученика к школьной научной конференции по физике // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2015. № 5 (95). С. 141-144.
7. **Физические олимпиады школьников** [Электронный ресурс]. URL: http://www.physolymp.ru/prepare/ (дата обращения: 17.10.2015).
8. **Черноуцан А.** Движение проводника в магнитном поле // Квант. 2008. № 6. С. 35-38.

PROBLEM ABOUT MAGNETOHYDRODYNAMIC GENERATOR AT PHYSICS CONTEST

Sakharov Aleksandr Nikolaevich, Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor
Krasnov Vladimir L'vovich, Ph. D. in Chemistry, Associate Professor
Dzerzhinsk Polytechnic Institute (Branch)
of Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev
alexandr.sakharoff@yandex.ru; kvl052@mail.ru

The article is devoted to the training of secondary school students for physics contest. The authors propose for the purpose of the facilitation of the understanding of complex problems to bring them to a sequence of simpler ones allowing understanding the essence of the physical processes under study. As an example the contest problem about magnetohydrodynamic generator is considered. The detailed solution of the problem and the discussion of the obtained result are given. The paper can be useful for school teachers in the case of working with gifted children.

Key words and phrases: physics contest; training for contest; gifted children; magnetohydrodynamic generator; school contest.