



Серыя “У дапамогу педагогу”
заснавана ў 1995 годзе

Заснавальнік і выдавец — РУП
“Выдавецтва “Адукацыя і выхаванне”
Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь

Вул. Будзённага, 21, 220070, г. Мінск;
тэл.: 297-93-24 (адк. сакратар),
297-93-22 (аддзел маркетынгу),
факс: 297-91-49,
<http://www.aiv.by>,
e-mail: aiv@aiv.by

Навукова-метадычны часопіс
Выдаецца з IV квартала 1995 года
Зарэгістраваны ў Міністэрстве інфармацыі
Рэспублікі Беларусь
Пасведчанне № 687 ад 16.09.2009 г.
Выходзіць 6 разоў у год

Фізіка:

проблемы выкладання

6 (71) • 2009

Рэдакцыйная калегія

МІКАЛАЙ ІВАНАВІЧ ЗАПРУДСКІ —
галоўны рэдактар,

кандыдат педагагічных навук, дацэнт

Н. П. ГАРАВАЯ — нам. галоўнага рэдактара

Г. І. КАШЭЎНІКАВА — адказны сакратар

У. А. ГОЛУБЕЎ

Л. А. ІСАЧАНКАВА, *кандыдат*

фізіка-матэматычных навук, дацэнт

А. А. ЛУЦЭВІЧ, *кандыдат педагагічных навук,*

дацэнт

У. М. ПАДДУБСКІ

К. А. ПЯТРОЎ

А. І. СЛАБАДЗЯНЮК, *кандыдат*

фізіка-матэматычных навук, дацэнт

Рэдакцыйная рада

А. П. КЛІШЧАНКА — старшыня,
доктар фізіка-матэматычных навук,
прафесар

С. А. ГУЦАНОВІЧ, *доктар*
педагагічных навук

І. В. СЕМЧАНКА, *доктар*
фізіка-матэматычных навук, прафесар

А. П. СМАНЦЭР, *доктар педагагічных навук,*
прафесар, акадэмік Беларускай акадэміі
адукацыі

В. В. ШАПЯЛЕВІЧ, *доктар*
фізіка-матэматычных навук, прафесар

БІБЛІОТЕКА

ЗМЕСТ

СУЧАСНЫЯ ШКОЛЬНЫЯ ТЭХНАЛОГІІ	
Технологія даследвальскай дзейнасці: сущнасць і практычная рэалізацыя <i>Н. І. Запрудскі</i>	3
МЕТАДЫЧНАЯ МАЙСТЭРНЯ	
Два ўрока па тэме “Інтарферэнцыя волн” <i>А. Н. Годлевская, Н. А. Купрыянова, О. У. Лебедінская</i>	8
ФІЗІЧНЫ ЭКСПЕРЫМЕНТ	
Устройство для изучения закона сохранения и превращения энергии в электромагнетизме и механике <i>А. И. Штуро</i>	17
КАНСУЛЬТАЦЫІ	
Электрычнае поле плоскасці <i>В. І. Жыдкевіч</i>	19
Изучение явления фотоэффекта в средней школе с учётом истории открытия его законов <i>А. С. Івковіч</i>	24
Задача о радуге <i>В. В. Шепелевіч</i>	26
У НАВУКОВЫХ ЛАБАРАТОРЫЯХ	
БАК (Большой адронный коллайдер) — реальность, перспективы, надежды <i>Ю. И. Бохан</i>	37
ВЫРОШЧВАЕМ ТАЛЕНТЫ	
Как судить на олимпиаде? <i>В. Н. Капшай</i>	45
АСТРАНОМІЯ	
Астероид “Голубев”, или Кто и как называет астероиды <i>И. В. Галузо</i>	54
Астрономические наблюдения в 2010 году <i>В. А. Голубев, И. В. Галузо</i>	57
НА КНІЖНУЮ ПАЛІЦУ	
Новые книги для подготовки к олимпиадам <i>А. С. Кравцова</i>	61
Змест часопіса “Фізіка: праблемы выкладання” за 2009 год	62
Нашы аўтары	64

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ФОТОЭФФЕКТА В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ С УЧЁТОМ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ ЕГО ЗАКОНОВ

А. С. Ивкович

Фундаментальная идея о дискретности энергии излучения и наличии кванта энергии $E = h\nu$ вводится в школьном курсе физики на основе изучения явления фотоэффекта. В средней школе явление фотоэффекта традиционно изучается на исторической основе. Приводятся обычно сведения об открытии явления Г. Герцем и исследовании его законов А. Г. Столетовым. К сожалению, во многих учебных пособиях по физике для средней школы в изложении исторического материала допускаются существенные искажения, отступления от исторических фактов и даже несколько тенденциозные подходы.

Так сложилось, что на содержание белорусских учебных пособий по физике для современной школы значительное влияние оказали подходы к изложению учебного материала, которые были приняты ещё в советской школе и используются в российской школе. В изложении истории открытия и сущности явления фотоэффекта в советских учебных пособиях по физике было принято особо выделять заслуги в изучении данного явления российского физика Александра Григорьевича Столетова. Так, в учебнике физики для X класса отмечалось, что явление фотоэффекта было открыто Г. Герцем и тщательно исследовано “выдающимся русским физиком Александром Григорьевичем Столетовым” [1, с. 224]. В пособии [2] фамилия Г. Герца как первооткрывателя явления вообще не упоминается и отмечается только исследование явления и установление его законов А. Г. Столетовым.

В пособии [3] для белорусских школ три экспериментальных закона внешнего фотоэффекта названы законами Столетова, причём их формулировка даётся на основе понятия электрона, хотя, как известно, электрон был открыт только чрез 9 лет после того, как А. Г. Столетовым исследовалось явление фотоэффекта. Более того, в пособии, как будет показано далее, допущены существенные ошибки в описании самих опытов Столетова [3, с. 5].

Не умаляя заслуг А. Г. Столетова в исследовании внешнего фотоэффекта, отметим, что при обращении к историческому материалу следовало бы придерживаться исторических фактов, связанных с открытием и исследованием явления фотоэффекта. Восстановить исторический ход событий может помочь обращение к работе А. Г. Столетова “Актиноэлектрические исследования”, выдержки из которой приводятся в “Хрестоматии по истории физики” Г. М. Голина [4], и к работам по истории физики.

В работе “Актиноэлектрические исследования”, опубликованной в 1889 году, Столетов отмечает, что свои опыты он начал проводить около 20 февраля 1888 года. “Повторяя в начале 1888 г. интересные опыты гг. Герца, Э. Видемана и Эберта, Гальвакса относительно действия лучей на электрические разряды высокого напряжения, я вздумал испытать, получится ли подобное действие при электричестве слабых потенциалов... Первые мои опыты начаты около 20 февраля 1888 г. и продолжались непрерывно, насколько позволяли другие занятия, по 21 июня 1888 г.” [4, с. 235]. Таким образом, Столетов подтверждает известный факт открытия Г. Герцем в ходе опытов по генерированию электромагнитных волн усиливающего действия на разряд ультрафиолетовых лучей. Впоследствии выяснилось, что такое действие объясняется явлением, получившим позже название фотоэффекта.

Многие физики после открытия Герца начали исследовать действие излучения на электрический разряд в газах, однако, как показывает анализ работы А. Г. Столетова “Актиноэлектрические исследования”, именно Столетову удалось дать наиболее полное возможное на тот момент (до открытия электронов и квантов) объяснение сущности открытого явления и обнаружить его закономерности.

Установка Столетова для основного опыта состояла из двух металлических дисков — сплошного, подключаемого к отрицательно-

му полюсу гальванической батареи, и равно по размерам диска в виде тонкой сетки, подключаемого к положительному полюсу той же батареи. Для измерения тока в этом своеобразном воздушном “сетчатом конденсаторе” использовался высокочувствительный астатический гальванометр, а в качестве источника излучения использовалась дуговая лампа [4, с. 236—237]. Заметим, что в пособии [1] при описании опытов Столетова в тексте и на рисунке 2, а ошибочно указано, что сплошная цинковая пластина подключена к положительному полюсу батареи, а медная сетка — к отрицательному полюсу, причём на том же рисунке 2, б на электрической схеме дано уже правильное подключение пластин [1, с. 5]. Так что две части одного и того же рисунка противоречат друг другу.

В результате выполнения целой серии опытов Столетовым было установлено наличие тока насыщения и сформулированы следующие выводы:

- Лучи вольтовой дуги, падая на поверхность отрицательно заряженного тела, уносят с него заряд.

- Это действие лучей есть строго униполярное: положительный заряд лучами не уносится.

- Разряжающим действием обладают — если не исключительно, то с громадным превосходством перед прочими — лучи самой высокой преломляемости, недостающие в солнечном спектре ($\lambda < 295 \cdot 10^{-6}$ мм).

- Разряжающее действие лучей обнаруживается даже при весьма кратковременном освещении, причём между моментом освещения и моментом соответственного разряда не протекает заметного времени.

- Разряжающее действие пропорционально энергии активных лучей, падающих на разряжаемую поверхность.

- Каков бы ни был механизм актино-электрического разряда, мы вправе рассматривать его как некоторый ток электричества [4, с. 243—245].

Таким образом, приведённая выдержка показывает: А. Г. Столетов установил, что под действием излучения с поверхности металла уносится именно и только отрицательный заряд, наибольшим разряжающим действием обладают ультрафиолетовые лучи, между моментом освещения и моментом со-

ответствующего разряда не протекает заметного времени, и, доказав наличие тока насыщения, по сути установил закон, который в пособиях по физике называют законом Столетова: “Фототок насыщения прямо пропорционален интенсивности света, падающего на поверхность металла”.

Природа фотоэффекта и остальные его закономерности были установлены другими учёными после открытия в 1897 году английским физиком Дж. Дж. Томсоном электрона. В частности, в опытах Дж. Дж. Томсона и немецкого физика Ф. Ленарда в 1899 году было доказано, что под действием света из поверхности металла вырываются именно электроны. В 1902 году Ф. Ленард в опытах, проведённых в условиях глубокого вакуума, экспериментально установил, что энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности, а зависит только от частоты падающего света. Несколько ранее также был установлен факт существования для каждого вещества критической частоты излучения, ниже которой фотоэффект не возникает (красной границы фотоэффекта) [5, с. 128—130]. Объяснение экспериментальных законов фотоэффекта было дано в 1905 году А. Эйнштейном на основе разработанной им квантовой теории явления фотоэффекта.

Что касается прямо пропорциональной зависимости энергии вырванных электронов от частоты, то характер этой зависимости вначале был предсказан теоретически А. Эйнштейном в 1905 году, и только в опытах, выполненных в 1914—1916 годах, эта зависимость была экспериментально подтверждена американским физиком Р. Милликенем [5, с. 131—132]. Записав уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в виде

$$\frac{1}{2}mv^2 = eU = hv - A_{\text{вых}},$$

Р. Милликен писал: “Когда было сделано это предсказание, оно было таким же смелым, как и гипотеза, на которой оно основывалось. Действительно, в то время вообще не было никаких экспериментальных данных, которые указывали бы на характер зависимости разности потенциалов U от частоты ν ...” [5, с. 131].

Таким образом, при изложении материала, посвящённого явлению фотоэффекта, следовало бы, рассказав об опытах Столетова

и их результатах, пояснить, что А. Г. Столетовым был открыт первый закон фотоэффекта, а два других закона (которые традиционно даются в учебных пособиях) были сформулированы другими учёными позже, после открытия электрона. Соответственно вначале целесообразно дать формулировку закона

Столетова через понятие фототока насыщения, а затем, после пояснения природы внешнего фотоэффекта как явления вырывания электронов из поверхности металла под действием света, привести современную формулировку этого закона через количество вырванных фотоэлектронов.

Список использованной литературы

1. *Мякишев, Г. Я.* Физика: учебник для 10 класса средней школы / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. — М. : Просвещение, 1983. — 320 с.
2. *Шахмаев, Н. М.* Элементарный курс физики: экспериментальный учебник для 10 класса средней школы / Н. М. Шахмаев. — М. : Просвещение, 1980. — 319 с.
3. *Голин, Г. М.* Хрестоматия по истории физики. Классическая физика / сост. Г. М. Голин. — Минск : Выш. школа, 1979. — 272 с.
4. *Дуков, В. М.* Исторические обзоры в курсе физики средней школы: пособие для учителей / В. М. Дуков. — М. : Просвещение, 1983. — 160 с.



ЗАДАЧА О РАДУГЕ

В. В. Шепелевич

ЭСТЕТИЧЕСКОЕ И ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ВОСПРИЯТИЕ РАДУГИ

Радуга — изумительное явление природы, всегда восхищающее, словно в первый раз. Можно предположить, что именно наблюдение радуги и сопровождающие его эмоции направляют естественное любопытство ребёнка на разгадку этого явления. Нередко это приводит к формированию устойчивого интереса к физике, которая способна полностью объяснить все детали этого явления.

На рисунке 1 изображён огромный мост из радуги, переброшенный через великую полесскую реку Припять. На рисунке 2 радуга начинает свой путь из великолепного деревянного средневекового Мозырского замка (единственного в Беларуси), воссозданного недавно по историческим описаниям и рисункам.

Под впечатлением этих чудесных картин невольно рождаются поэтические строки:

Над поймой Припяти широкой
Несётся с громом летний дождь,

А ты смиренно, одиноко
В своём укрытье солнца ждешь.
И чудо летнее свершилось:
Внезапно, солнцем рождено,
Виденье радуги явилось,
И освятило вдруг оно
Прекрасный вид из стен и башен,
Что украшают древний град.
Под нимбом радуги не страшен
Стихий разнузданных возврат.

Явление радуги отражено в эпосе древних народов, в стихах, песнях, легендах и преданиях. Можно предположить, что это слово произошло от названия бога солнца Ра. В [1] высказывается мнение, что слово “радуга” произошло от старославянского “радь”, что означает “весёлый”. Неслучайно в белорусском языке радугу называют “вясёлка”.

О радуге придумано очень много загадок. Например: “Раскрашенное коромысло через реку повисло”, “Раскинулся разноцветный мост на семь сёл, на семь вёрст”, “Поднялись цветные врата — всему миру красота”.