

УДК 372.853

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

¹Грудинин Б.А., ²Рябко А.В.

¹Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова, Киев, e-mail: borisgrudinin@mail.ru;

²Глуховский национальный педагогический университет имени Александра Довженко, Глухов, e-mail: ryabko@meta.ua

Определен смысл понятий «исследовательская деятельность» относительно учебного процесса в средней общеобразовательной школе. Показано, что исследовательская деятельность учащихся в процессе обучения физике может осуществляться через такие виды учебной деятельности, как познавательно-продуктивная, коммуникативная, техническая, психолого-воспитательная, методолого-содержательная деятельность. Нормируются основные этапы исследовательской деятельности учащихся. Описываются результаты выполнения учащимися 11-х классов некоторых исследовательских работ (проектов) по физике, а именно: 1) определение длины волн линий спектра излучения криптона (Kr) с помощью дифракционной решетки; 2) исследование явления вращения плоскости поляризации в магнитном поле; 3) исследование явления вращения плоскости поляризации в оптически активных веществах. Описываются технические характеристики универсальной платформы, с помощью которой возможно проведение указанных исследовательских работ (проектов).

Ключевые слова: активность, творческая деятельность, исследовательская деятельность, исследовательский проект

ANALYSIS OF RESEARCH ACTIVITY OF PUPILS IN THE TEACHING PHYSICS

¹Grudin B.A., ²Ryabko A.V.

¹MykhaILO Drahomanov National Pedagogical University, Kyiv, e-mail: borisgrudinin@mail.ru;

²Glukhiv National Pedagogical University Alexander Dovzhenko, Glukhiv, e-mail: ryabko@meta.ua

The meaning of the notions «research activity», «activity» regarding the educational process in the secondary comprehensive school is defined. It is shown that the pupils research activity in the process of teaching Physics can be realized through such educational activities as: cognitive-productive activities, communicative activities, technical activities, psychological and educational activities, methodological and content activities. The basic stages of the pupils research activities are rationed. The results of the 11th forms pupils some research works (projects) in Physics, namely: 1) determinating the krypton (Kr) spectrum lines emission wavelength using the diffraction grating; 2) investigating the phenomenon of polarization plane rotating in the magnetic field, and 3) researching the phenomenon of polarization plane rotating in the optically active substances. Describes the technical characteristics for a universal platform through which these may conduct research (projects).

Keywords: activity, creative activity, research activity, research project

В связи с высокими темпами развития науки и техники обществу нужны образованные люди, способные быстро ориентироваться в обстановке, самостоятельно мыслить – люди, свободные от стереотипов. Выполнение такого рода задач становится возможным только в условиях активного обучения, развивающего творческие способности личности.

Поскольку человеческая психика формируется и проявляется только в деятельности и вне деятельности развиваться не может, то и развитие личности учащегося, его интеллекта, чувств, воли осуществляется лишь в активной деятельности [2].

Относительно трактовки понятия «активность»: само слово «активность» – синоним к слову «деятельность». Ряд ученых (М.С. Каган, А.В. Киричук, Н.С. Лейтес, В.А. Роменец) рассматривают эти понятия как идентичные. Так, Н.С. Лейтес рассматривает активность как обязательное условие какой-либо деятельности, а также всех действий от простейших движе-

ний до архисложных видов творчества [4]. М.С. Каган определяет «деятельность» как «активность субъекта, которая направлена на объекты или другие субъекты, а сам человек должен рассматриваться как субъект деятельности» [3].

На основе анализа научно-педагогической литературы мы можем констатировать разносторонний подход к понятию «активность»:

1) характеристика процесса деятельности (М.В. Бодунов, В.Н. Кардашов, Т.Н. Мальковская и др.);

2) мера интенсивности деятельности (В.З. Коган, А.В. Петровский);

3) готовность к действию (М.И. Дьяченко, Ф.И. Иващенко, Л.А. Кандыбович и др.);

4) качество личности (О.О. Борисова, Г.П. Волошина, М.О. Данилов, А.М. Матюшкин).

Анализ научно-методической литературы, а также собственный опыт обучения физике в средней общеобразовательной и высшей школах свидетельствует о том, что один из способов активного обучения есть

творческая деятельность, которая приобретает особое значение на современном этапе развития общества в целом. Одной из форм творческой деятельности является исследовательская деятельность, которую нужно рассматривать в качестве составной части проблемы развития творческих способностей учащихся.

Исследовательская деятельность учащихся в процессе обучения физике позволяет приобщиться к миру научного познания через те виды учебной деятельности, которые возможно осуществить в рамках школы и научных учреждений, а именно:

– познавательно-продуктивная деятельность – создание учащимися творческого продукта в определенной предметной области с помощью компьютерных средств;

– коммуникативная деятельность – взаимодействие субъектов дистанционного обучения;

– методолого-содержательная деятельность – управление учащимся содержанием и методами учебного процесса в дистантном режиме;

– психолого-воспитательная деятельность – развитие имеющихся и приобретение специфических для дистанционного обучения личностных качеств;

– техническая деятельность – овладение необходимыми умениями работы с компьютерными программами и ресурсами сети Интернет и др.

Таким образом, исследовательская деятельность учащихся, как никакая другая учебная деятельность, поможет учителям сформировать у ученика качества, необходимые ему для дальнейшей учебы, для профессиональной и социальной адаптации, причем независимо от выбора будущей профессии.

Исследовательская деятельность учащихся имеет следующие этапы: цель исследования (проекта) – гипотеза исследования – постановка заданий проекта – изучение необходимой литературы – планирование экспериментальной части работы – подбор (изготовление) оборудования – работа с приборами – анализ полученных результатов – формулирование выводов относительно поставленных заданий, подтверждения гипотезы, достижения поставленной цели – представление результатов исследовательского проекта.

Цель данной статьи есть описание некоторых коллективных ученических исследовательских работ (проектов) по физике (11 класс). Особенностью всех описанных ниже исследовательских проектов является то, что они выполняются на одной платформе, спроектированной и выполненной исследовательской группой из числа учителей, учащихся, а также

их родителей. Большинство составных частей установки выполнено по собственным чертежам исследовательского коллектива.

Проект 1. Определение длины волн линий спектра излучения криптона (Kr) с помощью дифракционной решетки.

Цель проекта: изучение спектра излучения криптона (Kr) с помощью дифракционной решетки.

Задания:

1) изучить теоретический материал по теме «Дифракция света»;

2) анализ понятий «дифракция света», «дифракционная решетка», «спектр излучения»;

3) ознакомиться с конструкцией и принципом работы гониометра;

4) разработать и изготовить гониометр с угловым измерительным механизмом;

5) получить спектр излучения криптона;

6) определить длины волн в спектре излучения криптона;

7) сделать выводы относительно полученных результатов;

8) представить отчет о проделанной работе (классная газета, публикация, презентация).

Практическая часть работы. Основными частями самодельного гониометра является окуляр 1, объектив 2 с щелью (и окуляр, и объектив заимствованы из школьного спектрографа), дифракционная решетка 3 и криптоновая лампа 4 (рис. 1).

Составными частями самодельного гониометра также являются металлическая основа 5, к одному из концов которой прикреплен поворотный механизм 6 (поворотный механизм очистки ветрового стекла автомобиля); угломер универсальный 8, с помощью которого определяют угол вращения поворотного столика 7. Дроссель 11 служит для розжига лампы и ограничения напряжения на электродах газоразрядной криптоновой лампы.

После прогрева криптоновой лампы необходимо, глядя в окуляр, найти центральный максимум (справа от нитки окуляра белая с зеленоватым оттенком полоса на рис. 2, а).

Результаты измерения углов дифракции линий первого порядка представлены в табл. 1.

Пользуясь данными табл. 3, по формуле:

$$\lambda = \frac{d \sin \phi}{k},$$

где d – период дифракционной решетки; m – порядок спектра; ϕ – угол дифракции; участники проекта рассчитали длины волн соответствующих спектральных линий и сравнили значения длин волн с табличными (см. табл. 2).

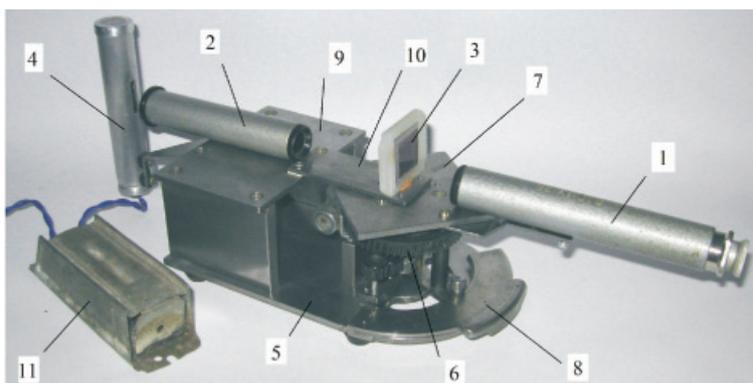


Рис. 1. Самодельный гониометр:
 1 – окуляр, 2 – объектив, 3 – дифракционная решетка, 4 – криптоновая лампа,
 5 – металлическая основа прибора, 6 – поворотный механизм, 7 – поворотный столик,
 8 – угломер универсальный, 9 – неподвижный столик,
 10 – столик крепления дифракционной решетки, 11 – дроссель

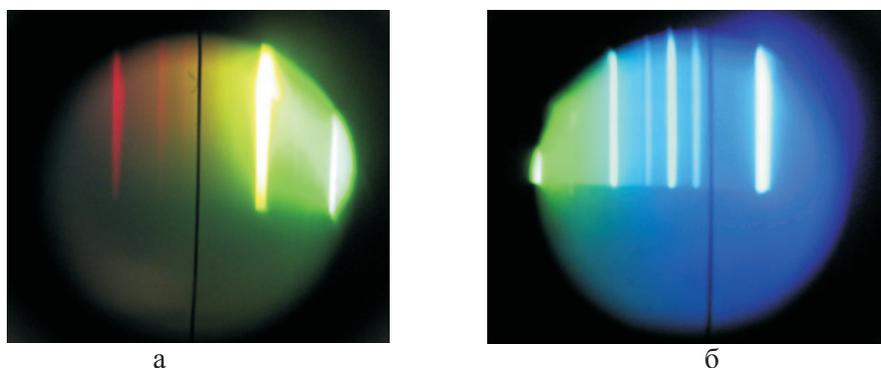


Рис. 2. Расположение линий излучения криптона относительно нитки окуляра:
 а – три красные линии (триплет) слева от нитки и две линии справа
 (ближняя к нитке – центральный максимум, дальняя – зеленая линия);
 б – четыре голубых линии слева и одна фиолетовая справа

Таблица 1

№ п/п	Порядок спектра	Цвет линии	Угол дифракции
1	$m = 1$	Фиолетовая	$13^{\circ}36'$
2		Синяя	$14^{\circ}30'$
3		Голубая	$16^{\circ}30'$
4		Зеленая яркая	$18^{\circ}20'$
5		Желтый дуплет	$19^{\circ}32'$
6		Красная первая	$21^{\circ}10'$
7		Красная вторая	$21^{\circ}30'$

Приведем пример такого расчета:

$$\lambda = \frac{d \sin \phi}{m} = \frac{10^{-3}}{600} \sin 13^{\circ}36' = 3,919 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 391,9 \text{ нм.}$$

Таблица 2

№ п/п	Порядок спектра	Цвет линии	Длина волны (эксп. знач.), нм	Длина волны (табл. знач.), нм
1	$k = 1$	Фиолетовая	391,9	404
2		Синяя	417,3	435
3		Голубая	473,4	491
4		Зеленая яркая	524,2	546
5		Желтый дуплет	557,3	577
6		Красная первая	601,8	607
7		Красная вторая	610,8	612

Проект 2. Исследование явления вращения плоскости поляризации в магнитном поле.

Цель проекта: изучение физических основ явления вращения плоскости поляризации в магнитном поле.

Задания:

1) изучить теоретический материал по теме «Поляризация света», повторить тему «Магнитное поле»;

2) анализ сути понятий «поляризация», «плоскость поляризации», «постоянная Верде»;

3) разработать и изготовить установку для воспроизведения изучаемого явления;

4) практически получить данные относительно зависимости угла поворота плоскости поляризации волны в магнитном поле на разных длинах волн, а также относительно угла поворота плоскости поляризации волны от индукции магнитного поля (силы тока в соленоиде);

5) сделать выводы относительно полученных результатов;

6) представить отчет о проделанной работе (классная газета, публикация, презентация).

Практическая часть работы. Экспериментальная установка состоит из стеклянной трубки 2 длиной 0,45 м, на которую намотано шесть слоев медного провода диаметром 0,47 мм (рис. 3). Трубка заполнена внутри оптически неактивным веществом. В торцах трубки имеются окна для сквозного прохождения через нее луча света.

Луч света, проходя через поляризатор, попадает на фотоэлемент, в цепи которого устанавливается определенная сила тока (показания миллиамперметра 6). При таком подходе можно довольно точно измерять компенсационный угол поворота поляризатора до начального (максимального) значения силы тока в цепи фотоэлемента. Выбор фотоэлемента к тому же упрощает лабораторную установку по причине ненужности отдельного анализатора (анализатор в виде пленки наклеен непосредственно на фотоэлемент), который на рис. 3 показан условно.

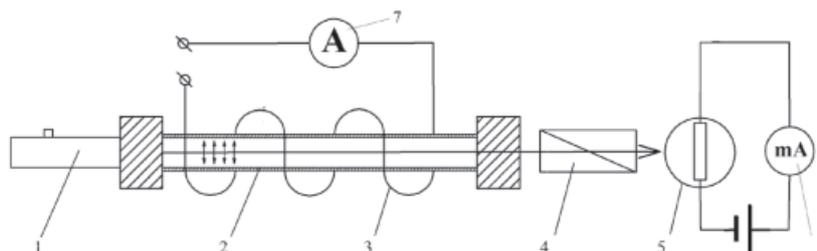


Рис. 3. Схема лабораторной установки:

1 – оптический квантовый генератор (ОКГ), 2 – цилиндрическая стеклянная трубка, 3 – обмотка трубки (соленоид), 4 – анализатор, 5 – фотоэлемент, 6 – миллиамперметр, 7 – амперметр

Общее количество витков соленоида рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{nl}{dk},$$

где n – количество слоев соленоида ($n = 6$); l – длина соленоида ($l = 0,45$ м); d – диаметр провода ($d = 0,47 \cdot 10^{-3}$ м), k – коэффициент незаполнения катушки ($k = 1,1$). Количество

$$L = \frac{0,08 D_k^2 \omega^2}{3D_k + 9l + 10N} = 12255 \text{ мкГн} \approx 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ Гн},$$

где D_k – средний диаметр катушки (1,6 см), l – длина катушки (45,5 см), t – толщина катушки (0,35 см), N – количество витков.

Индукция магнитного поля соленоида прямо пропорциональна силе тока в витках соленоида и рассчитывается по формуле:

$$B = \frac{LI}{NS} = \frac{LI}{N\pi R^2},$$

витков соленоида $N = 5227 \approx 5200$ (витков). Сопротивление обмотки 24,6 Ом. Полученные данные позволяют рассчитать еще одну характеристику соленоида: количество витков на единицу длины n_0 :

$$n_0 = 5200/0,45 = 11555 \text{ (виток} \cdot \text{м}^{-1}\text{)}.$$

Определив геометрические характеристики соленоида, можно определить его индуктивность в мкГн:

где L – индуктивность соленоида; I – сила тока в витках соленоида; N – общее количество витков; R – внутренний радиус соленоида.

Угол поворота плоскости поляризации в магнитном поле находится из формулы:

$$\phi = \rho l B = \rho l \frac{LI}{N\pi R^2},$$

где ρ – постоянная Верде (для воды при длине волны $\lambda = 630$ нм $\rho = 3,58$ рад·Тл⁻¹·м⁻¹).

Так как в ходе экспериментирования изменяется только один параметр – сила тока

в соленоиде, то последнюю формулу можно представить в виде: $\varphi = 1635I$.

Результаты, полученные учащимися в ходе экспериментальной части проекта, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сила тока в соленоиде I , А	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Теоретическое значение угла φ , °	0,675	1,35	2,025	2,7	3,375	4,05
Экспериментальное значение угла φ , °	0,5	1,4	2,2	2,8	3,3	4,2

Экспериментальное значение угла поворота плоскости поляризации определяется с помощью угломера универсального поворотной части установки, описанной в проекте 1.

Проект 3. Исследование явления вращения плоскости поляризации в оптически активных веществах с помощью самодельного кругового поляриметра.

Цель проекта: изучение физических основ явления вращения плоскости поляризации в оптически активных веществах.

Задания:

- 1) изучение теоретического материала по теме «Поляризация света»;
- 2) анализ сути понятий «поляризация», «плоскость поляризации», «оптически активные вещества»;
- 3) ознакомиться с конструкцией и принципом работы кругового поляриметра;

4) изучить зависимость угла поворота плоскости поляризации световой волны от концентрации раствора;

5) изготовить аналог кругового поляриметра;

6) измерить углы поворота плоскости поляризации световой волны в оптически активной среде для разных длин волн;

7) сделать выводы относительно полученных результатов;

8) представить отчет о проделанной работе (классная газета, публикация, презентация).

Практическая часть работы. Экспериментальная часть данного исследовательского проекта отличается от предыдущего тем, что внутренняя полость трубки заполнена оптически активным веществом, а сам процесс прохождения луча поляризованного света в данном веществе осуществляется в отсутствии внешнего магнитного поля (рис. 4).

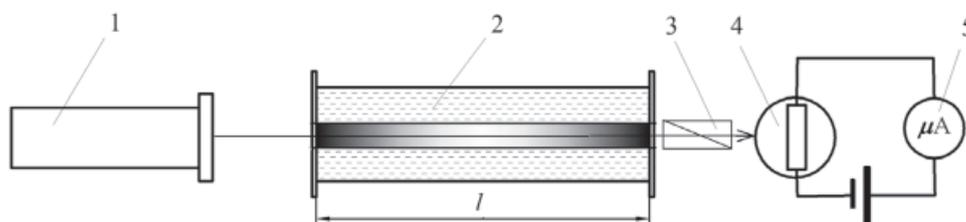


Рис. 4. Схема лабораторной установки:

1 – оптический квантовый генератор (ОКГ), 2 – цилиндрическая полая стеклянная трубка, 3 – анализатор, 4 – фотоэлемент, 5 – микроамперметр

В процессе выполнения экспериментальной части работы используются две трубки: одна заполнена обычной водой, а вторая – раствором сахара в воде. При прохождении луча света через обычную воду находится такое положение фотоэлемента на поворотном столике, при котором сила тока в цепи фотоэлемента будет минимальна. После этого производится замена первой трубки на трубку с раствором сахара и путем поворота предметного столика восстанавливаются начальные показатели силы тока в цепи фоторезистора, что в свою очередь позволяет рассчитать угол вращения плоскости поляризации луча.

Соответственно, зная угол поворота плоскости поляризации φ и длину прохождения луча света в растворе сахара l , ученики рассчитывают концентрацию c сахара: $c = 1,504 \cdot \varphi \cdot l$ (0,01 г·см⁻³).

В целом данный исследовательский проект предусматривает изучение зависимости угла поворота плоскости поляризации от

- 1) концентрации раствора оптически активного вещества (сахар, камфора, винная кислота);
- 2) температуры раствора;
- 3) длины волны света, проходящей через раствор.

Подводя итоги, следует сказать, что процесс разработки ученическими коллективами исследовательских проектов приводит к возрастанию интереса учащихся к физике в целом, развитию их исследовательских учений, учений групповой деятельности, а также общению родителей к решению учебных проблем их детей.

Список литературы

1. Андрущенко В.П. Роздуми про освіту: Статті, нариси, інтерв'ю. – К.: Знання України, 2004. – 804 с.
2. Далингер В.А. Учебно-исследовательская деятельность учащихся в процессе изучения математики // Вестник Омского государственного педагогического университета. – 2007. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpru-195.pdf>
3. Каган М.С. Человеческая деятельность. – М.: Политиздат, 1974. – 103 с.
4. Лейтес Н.С. Умственные способности и возраст. – М.: Педагогика, 1971. – 208 с.
5. Саух П.Ю. Сучасна освіта: портрет без прикрас (між негативною креативністю ідей і українською вестернізацією // Освітологія – науковий напрям інтегрованого пізнання освіти: матеріали першої Всеукраїнської науково-практичної конференції / авторський колектив: В.Г. Кремень, О.В. Сухомлинський, І.Д. Бех, В.О. Огнев'юк та ін. – Київ, 2011. – С. 77–91.
6. Степанченко О.В., Грудинін Б.О. Саморобний шкільний гоніометр // Фізика та астрономія в школі. – 2007. – № 1. – С. 41–44.
7. Ямбург Е.А. Школа для всех. – М.: Новая школа, 1996. – 352 с.
8. Torrance E.P. Conditions for creative growth. Education and the creative potential. – Minneapolis, 1963. – P. 16–33.

References

1. Andrushhenko V.P. Rozdumi pro osvitu: Statti, narisi, interv'ju [Reflections on education: Articles, essays, interviews]. Kyiv: Znannja Ukraini, 2004. 804 p.
2. Dalinger V.A. Uchebno-issledovatel'skaja. Jelektronnyj nauchnyj zhurnal «Vestnik Omskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta». 2007, available at: <http://www.omsk.edu/article/vestnik-omgpru-195.pdf>.
3. Kagan M.S. Chelovecheskaja dejatel'nost' [Human activities]. Moscow, Politizdat, 1974. 103 p.
4. Lejtes N.S. Umstvennye sposobnosti i vozrast [Mental ability and age]. Moscow, Pedagogika, 1971. 208 p.
5. Sauh P.U. Suchasna osvita: portret bez prikras. Materiali pershoї vseukraїns'koї naukovopraktichnoї konferencії «Osvitologija – naukovij naprjam integrovanogo piznannja osviti» (Materials of the First All-Ukrainian scientific-practical conference «Osvitologija – scientific field of integrated knowledge education») Kyiv, 2011, pp. 77–9.
6. Stepanchenko O.V., Grudinin B.O. Samorobnij shkil'nij goniometr [Homemade school goniometer]. Fizika ta astronomija v shkoli. 2007. no. 1. pp. 41–44.
7. Jamburg Shkola dlja vseh [School for all]. Moscow, Novaja shkola, 1996. 352 p.
8. Torrance E.P. Conditions for creative growth. Education and the creative potential. Minneapolis, 1963, pp. 16–33.

Рецензенты:

Сыротюк В.Д., д.п.н., профессор, зав. кафедрой теории и методики обучения физике и астрономии, Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова, г. Киев;

Сергеенко В.П., д.п.н., профессор, директор Центра мониторинга качества образования, зав. кафедрой компьютерной инженерии, Национальный педагогический университет имени М.П. Драгоманова, г. Киев.

Работа поступила в редакцию 26.02.2014.