

Фундаментальні наукові експерименти мають ряд істотних особливостей і відмінностей від шкільних демонстрацій та лабораторних дослідів, що виділяє їх в окрему групу експериментальних основ фізики і вимагає особливого підходу до їх вивчення:

1. Характерною рисою фундаментальних наукових експериментів є те, що вони в більшості своїй виступають як джерело принципово важливих знань в системі фізичної освіти та сучасної наукової картини світу.

2. Структура та зміст фундаментального наукового експерименту відображають у собі процес пізнання, творчий процес пошукової діяльності вченого. Це дозволяє говорити про те, що матеріал даних експериментів може виявитися корисним в організації активної навчально-пізнавальної діяльності учнів при вивченні фізики.

3. У розвитку фізичної науки фундаментальні експерименти стали важливими віхами. На кожному етапі історії фізики виникали ситуації, коли для вирішення протиріч доводилося ставити показові експерименти. У зв'язку з цим відомості з історії фізичної науки можуть бути корисними для розвитку мислення, творчості і винахідництва школярів [9, с.4, 6].

Крім того, питання про те, до якої групи дослідів віднести той чи інший конкретний фізичний експеримент, часто не може мати однозначної відповіді. Скажімо, дослід Фарадя з електромагнітної індукції одночасно можна віднести до експериментів, в яких було відкрито нове фізичне явище, до експериментів, в яких досліджувалися закономірності протікання фізичного явища, і до дослідів, на основі яких з'явився новий технічний пристрій. Адже дослід Фарадя (1831 р.) не тільки виявив нове фізичне явище – електромагнітну індукцію, а й дозволили відкрити закон електромагнітної індукції, а також послужили початком практичного застосування цього явища в таких технічних пристроях, як генератор електричного струму.

Однак у більшості випадках виправдовує себе наступна послідовність розгляду фундаментального експерименту.

1. Історичний етап розвитку фізики. Учням пропонується розповідь про стан фізичної науки на момент проведення фундаментального експерименту. Наводиться колізія думок.

2. Гносеологічна мета. З'ясовується основне призначення фундаментального експерименту в тій чи іншій галузі науки. Наприклад, в експериментах Г. Герца ставилася мета визначити, чи існують насправді електромагнітні хвилі (вільне електромагнітне поле). Природно виникала проблема отримання і виявлення таких хвиль.

3. Розробка експериментального методу, тобто формування гіпотези, створення або підбір експериментального устаткування, проведення, фіксація і способи аналізу даних експерименту.

4. Опис ходу, умов експерименту. Важливо звернути увагу на з'ясування фізичного принципу, здійсненого в експерименті. Корисно вказати на оригінальність підходу вченого. Безумовно викличе інтерес у учнів особистість самого вченого (його погляди, переконання, громадська діяльність).

При аналізі експерименту, застосованого експериментального методу потрібно звернути увагу на предметно-діяльнісний характер наукового експерименту. В рамках наукового експерименту спостереження, яке в гносеологічному

відношенні можна вважати способом відображення об'єкта пізнання у вигляді деякої якісної визначеності, і вимірювання, на підставі якого встановлюються кількісні характеристики, єдині та взаємопов'язані. Такий взаємозв'язок особливо став проявлятися у фізиці з кінця XIX ст., Коли завдяки посиленому розвитку техніки фізичного експерименту вимірювання стали змістовнішим і, отже, з'явилися істотно значущим компонентом експериментального дослідження.

5. Узагальнення за результатами фундаментального експерименту. Вони необхідні для осмислення отриманих даних, їх значущості у розумінні фізичної картини світу, а також для філософської та світоглядної оцінки ролі використаних експериментальних методів у пізнанні природи [9, с.1].

Роль фундаментальних наукових експериментів в навчанні фізики має декілька аспектів, формулювання яких представляється корисним для педагогічної теорії [10].

Список використаних джерел:

1. Калапуша Л.Р. Основи методики і техніки навчального фізичного експерименту: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л.Р. Калапуша, В.П. Муляр. – Луцьк: РВВ “Вежа” Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2009. – 428 с.
2. Великий тлумачний словник сучасної української мови / Уклад. і голов. ред. В.Т. Бусел. – К.; Ірпін: ВТФ “Перун”, 2003. – 1440 с.
3. Бушок Г.Ф. Дидактичні основи викладання фізики в педвузах / Г.Ф. Бушок. – К.: Вища школа, 1978 – 232 с.
4. Знаменский П.А. Методика преподавания физики в средней школе. Пособие для учителей / П.А. Знаменский – Л.: Учпедгиз, 1954. – 552 с.
5. Голин Г.М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1987. – 127 с.
6. Методика преподавания физики в восьмилетней школе: Пособие для учителя; Под ред. В.П. Орехова, А.В. Усовой. – М.: Просвещение, 1965. – 544 с.
7. Резников Л. И. Фундаментальные научные эксперименты в школьном курсе физики / Л.И. Резников // Советская педагогика. – 1973. – № 10. – С. 39-45.
8. Шахмаев Н.М. Физический эксперимент в средней школе: Механика. Молекулярная физика. Электродинамика / Н.М. Шахмаев, В.Ф. Шилов. – М.: Просвещение, 1989. – 255 с.
9. Вольштейн С.Л. и др. Методы физической науки в школе: пособие для учителя / С.Л. Вольштейн, С.В. Позойский, В.В. Усанов; Под ред. С.Л. Вольштейна. – Мн.: Нар. асвета, 1988. – 144 с.
10. Пурьшева Н.С. Фундаментальные эксперименты в физической науке. Элективный курс: Учебное пособие / Н.С. Пурьшева, Н.В. Шаронова, Д.А. Исаев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005 – 159 с.
11. Педагогическая энциклопедия / Гл. ред.: И.А. Каиров, Ф.Н. Петров и др. – Т.4. – Спб-Я. – 1968. – 912 столб.
12. Философский энциклопедический словарь / редкол.: С.С. Аверинцев, Э.А. Араб-Оглы, Л.Ф. Ильчѳв и др. – 2-е изд. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 815 с.

Concept of experience and experiment, role of fundamental experiments in the theory of studies of physics, structure of their study it is considered in the floor.

Key words: experiment, experience, physical experiment, fundamental experiments.

Отримано: 23.05.2010

УДК 371.520

В. О. Мислінчук, В. І. Тищук

Рівненський державний гуманітарний університет

ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ З АСТРОНОМІЇ НА ПРИКЛАДІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ЧИСЛОВОГО ЗНАЧЕННЯ СОНЯЧНОЇ СТАЛОЇ

У статті розглянута методика проведення оцінки числового значення Сонячної сталої, на основі експериментальних даних, отриманих з використанням саморобного актинометру.

Ключові слова: наукове дослідження, сонячне випромінювання, Сонячна стала, актинометрія, саморобне обладнання, актинометр.

Фізика та астрономія є фундаментальними природничо-науковими дисциплінами, які слугують основою формування в учнів сучасної наукової картини світу. Зокрема, астрономія будучи світоглядним загальноосвітнім предметом, дає певний мінімум теоретичних знань і практичних

навичок: учні ознайомлюються з основами практичної астрономії, набувають навичок застосування кутомірних і оптичних інструментів, розв'язують задачі з використанням відповідних формул, даних астрономічного календаря, карти зоряного неба та інших навчальних посібників і при-

ладдя. Саме тому знання та практичні вміння учнів з астрономії мають бути тісно пов'язані з сучасним станом науки і виробництва; відповідати вимогам високотехнологічного суспільства, яке вступило в потужні інформаційно-комп'ютерні взаємозв'язки.

Сонце випромінює у навколишній простір величезну кількість енергії. Переважна більшість Сонячної енергії розсіюється в космічному просторі без жодних корисних для Землі результатів. Однак і та її частина, яка потрапляє на Землю є достатньо велика. Для багатьох задач астрофізики та геофізики важливо знати точну величину потужності сонячного випромінювання. Потік випромінювання від Сонця прийнято характеризувати так званою сонячною сталою, під якою розуміють повну кількість сонячної енергії, яка проходить за одиницю часу через перпендикулярну до променів одиничну площадку, розміщену на середній відстані Землі від Сонця.

Точні вимірювання сонячної сталої необхідні багатьом суміжним з астрономією наукам: геофізиці, кліматології, екології. Особливо важливі відомості про те, як змінюється і змінювалась в минулому сонячна стала (наприклад з 11 літнім циклом сонячної активності), які її столітні зміни. Адже зміна сонячної сталої на 0,1% протягом одного року уже призведе до зміни глобальної температури Землі не менше ніж на 0,1K, що створить певний вплив на клімат. Існує припущення, що зміна клімату Землі з характерними часовими проміжками ≈ 2500 років і 80–100 років, частково пояснюються змінами сонячної сталої. Точні вимірювання сонячної сталої поза земною атмосферою і біля поверхні Землі, можуть допомогти вирішити екологічну проблему оцінки впливу діяльності людини на клімат Землі, на атмосферний шар озону (озоносферу) та ін.

До недавнього часу визначення сонячної сталої приходилося проводити на основі вимірювання сонячного випромінювання на поверхні Землі після проходження ним атмосфери і, відповідно, після часткового поглинання і розсіяння. Екстраполяція результатів наземних вимірювань, які проводились у високогірній місцевості, повинна була ґрунтуватися на оцінках пропускну здатності атмосфери у різних частинах сонячного спектру. Перші дослідження даної проблеми були проведені Абботом та іншими вченими із Смітсонського інституту [4, с.230]. Результати даних більш пізніших досліджень, проведених з допомогою ракет були узагальнені Джонсоном. Сонячна стала $\sigma_0' = 1322 \frac{Bm}{M^2}$, визначена Абботом була уточнена Джонсоном, який запропонував її наступне значення: $\sigma_0'' = 1395 \frac{Bm}{M^2}$. Пізніше з допомогою надвисокої авіації, аеростатів і космічних апаратів вдалося безпосередньо виміряти інтенсивність сонячного випромінювання за межами більшої частини або всієї атмосфери Землі. Дані вимірювання були проаналізовані і просумовані, після чого було запропоноване нове стандартне значення сонячної ста-



Рис. 1. Актинометр (зовнішній вид)

лої, рівне $\sigma_0 = 1353 \frac{Bm}{M^2}$ [7].

Розділ астрономії, в якому вивчається енергія, що випромінюється Сонцем, поверхню Землі і атмосферою, та її перетворення називається актинометрією, а прилади для вимірювання різних видів сонячної радіації – актинометрами. Для проведення експериментальної частини роботи можна скористатися саморобним актинометром, зображеним на рис. 1 (техніко-технологічні особливості виготовлення приладу та призначення його елементів розглянуто у роботі [5]).

Перед проведенням вимірювань прилад рекомендується увімкнути на 20 хв. Згідно означення сонячної сталої, формула для її визначення матиме вигляд: $\sigma_0 = \frac{W}{S_{\Pi} \cdot \tau}$, де

σ_0 – сонячна стала, S_{Π} – площа площадки, на яку потрапляє сонячна енергія W за проміжок часу τ . Зауважимо, що згідно теоретичних розрахунків лінзовий об'єктив пропускає близько 70% [8, с.173] падаючої на нього енергії. Використання в актинометрі лінзи ефективно при проведенні експериментальних вимірювань при невеликих висотах Сонця над горизонтом, зокрема у зимову пору року (в літні місяці прилад може працювати без лінзового об'єктиву).

Кількість енергії, яка потрапляє на площадку будемо вважати рівною кількості теплоти, яку отримує латунна пластинка. Отже:

$$\sigma_0 = \frac{W}{S_{\text{плоч}} \cdot \tau}, \quad 0,7 \cdot W = W_1 = Q \Rightarrow W = \frac{Q}{0,7},$$

$$Q = c_{\text{лат}} \cdot m_{\text{пл}} \cdot \Delta T, \quad m_{\text{пл}} = \rho_{\text{лат}} \cdot V_{\text{пл}} = \rho_{\text{лат}} \cdot S_{\text{пл}} \cdot h_{\text{пл}},$$

$$\sigma_0 = \frac{Q}{S_{\text{плоч}} \cdot \tau} = \frac{c_{\text{лат}} \cdot \rho_{\text{лат}} \cdot S_{\text{пл}} \cdot h_{\text{пл}} \cdot \Delta T}{0,7 \cdot S_{\text{плоч}} \cdot \tau}.$$

Оскільки $S_{\text{пл}}$ – площа пластинки, $S_{\text{плоч}}$ – площа площадки, на яку потрапляє сонячне проміння (площа лінзи), то:

$$\frac{S_{\text{пл}}}{S_{\text{ліні}}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{пл}}^2}{4} = \frac{d_{\text{пл}}^2}{d_{\text{ліні}}^2}, \quad \text{звідки: } \sigma_0 = \frac{c_{\text{лат}} \cdot \rho_{\text{лат}} \cdot d_{\text{пл}}^2 \cdot h_{\text{пл}} \cdot \Delta T}{0,7 \cdot d_{\text{ліні}}^2 \cdot \tau}.$$

Знаючи сталі величини $c_{\text{лат}} = 400 \frac{Дж}{кг \cdot K}$,

$\rho_{\text{лат}} = 8500 \frac{кг}{M^3}$ та вважаючи величини $d_{\text{пл}} = 35 \cdot 10^{-3} M$,

$d_{\text{ліні}} = 8 \cdot 10^{-3} M$, $h_{\text{пл}} = 0,5 \cdot 10^{-3} M$ паспортними даними приладу, остання формула набуде вигляду:

$$\sigma_0 = \frac{400 \frac{Дж}{кг \cdot K} \cdot 8500 \frac{кг}{M^3} \cdot (35 \cdot 10^{-3} M)^2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} M \cdot \Delta T}{0,7 \cdot (8 \cdot 10^{-3} M)^2 \cdot \tau} = 464,9 \cdot \frac{\Delta T}{\tau} \left(\frac{Дж}{M^2 \cdot K} \right).$$

Рекомендована технологія проведення експериментальних вимірювань температури і часу нагрівання наступна:

1. Центральну трубу актинометру розмістити таким чином, щоб зачорнена поверхня латунної пластинки була перпендикулярна до сонячного проміння. Правильність встановлення досягається отриманням світлового колового зображення круга від отвору візирної труби на екрані. Зафіксувати наближену висоту Сонця над горизонтом ($\angle Q$) за транспортиром актинометру.

2. Записати початкову температуру латунної пластинки T_1 відкрити вхідний отвір актинометру та запустити електронний секундомір.

3. Слідкуючи за шкалою проградуйованого у температурних одиницях мікроамперметра зачекати, поки температура латунної пластинки не підвищиться на 15 градусів. При виконанні даної умови зупинити секундомір і зафіксувати його покази (τ) з точністю до соті.

4. Підставити отримані дані у останню формулу, обчислити кількість теплоти, яка отримується від Сонця за секунду одиничною поверхнею на Землі, розміщеною перпендикулярно до сонячного проміння для даної висоти Сонця над горизонтом: $\sigma_0^* = 464,9 \cdot \frac{\Delta T}{\tau} \left(\frac{Дж}{M^2 \cdot K} \right)$.

5. Закрити вхідний отвір актинометру і зачекати поки стрілка міліамперметра повернеться у положення, наближене до початкового. Виконати п.1 – п.4 кілька разів, після чого знайти середнє значення σ_0^* .

Зауважимо, що отримані величини σ_0^* виражаються в одиницях вимірювання сонячної сталої $\frac{Bm}{m^2}$. Однак визначити із них сонячну сталу можна буде за умови врахування для кожного вимірювання (в залежності від висоти Сонця над горизонтом) величини екстинкції (послаблення світлового потоку) у земній атмосфері, про що мова йтиме далі. У таблиці 1 наведена частина експериментально отриманих даних для календарних дат 24.01.10, 25.01.10, 26.01.10. Вимірювання проводилися серіями двічі на день (перший раз близько 10 години за Київським часом при висоті Сонця $\approx 20^\circ$ над горизонтом, і другий раз близько опівдня при висоті Сонця $\approx 30^\circ$).

Таблиця 1.

Дані експериментальних вимірювань та обчислень

Дата	θ , град	ΔT , К	$\Delta \tau$, с	σ_0^* , $\frac{Bm}{m^2}$	$\bar{\sigma}_0^*$, $\frac{Bm}{m^2}$
24.01.2010 р.	20°	15 К	15,46	451,07	476,27
		15 К	14,75	472,78	
		15 К	13,81	504,96	
	30°	15 К	11,10	628,24	
		15 К	10,13	688,40	
		15 К	10,04	694,57	
25.01.2010 р.	20°	15 К	14,53	479,94	500,09
		15 К	13,78	506,06	
		15 К	13,56	514,26	
	30°	15 К	9,56	729,45	
		15 К	9,43	739,5	
		15 К	10,11	689,76	
26.01.2010 р.	20°	15 К	14,59	477,95	463,98
		15 К	14,47	481,93	
		15 К	16,14	432,06	
	30°	15 К	9,95	700,85	
		15 К	10,09	691,13	
		15 К	10,53	662,25	

Отже кількість теплоти, яка потрапляє на одиничну площадку поверхні Землі за одиницю часу рівна $\bar{\sigma}_0^*(1) = 480,11 \frac{Bm}{m^2}$, при висоті Сонця $\approx 20^\circ$ і $\bar{\sigma}_0^*(2) = 691,57 \frac{Bm}{m^2}$ при висоті Сонця $\approx 30^\circ$ над горизонтом. За означенням, сонячна стала σ_0 – інтегральний потік сонячного випромінювання, який проходить через одиничну площадку, перпендикулярно до напрямку променів, за межами земної атмосфери і на середній відстані Землі від Сонця (1 а.о.) [7, с.627]. На час проведення експериментальних вимірювань, згідно таблиці 21 [2, с.130] геліоцентрична відстань Землі від Сонця рівна: $r = 0,985$ а.о.

Отримані середні значення величин $\bar{\sigma}_0^*(1) = 480,11 \frac{Bm}{m^2}$ і $\bar{\sigma}_0^*(2) = 691,57 \frac{Bm}{m^2}$ засвідчують, що частина сонячної енергії, яка розсіюється (поглинається) в атмосфері Землі є значна. На основі отриманих вище даних оцінимо числове значення сонячної сталої.

На рис. 2 S і S' – положення Сонця, т. O – центр Землі, $ON=OC=OD=R$ – радіус Землі $R = 6400$ км, $\theta_1 = 20^\circ$, $\theta_2 = 30^\circ$ – висоти Сонця над горизонтом, h – товщина Земної атмосфери. Будемо вважати, величину $h \approx 500$ км (товщина тропосфери, стратосфери та іоносфери разом).

Розглянемо

$$\triangle OAN, AO = R + h = 6400 + 500 = 6900(\text{км}),$$

$$ON = R = 6400 \text{ км}, AC = h = 500 \text{ км},$$

$$\angle ANO = 20^\circ + 90^\circ = 110^\circ.$$

З трикутника $\triangle OAN$ за теоремою синусів:

$$\frac{AO}{\sin ANO} = \frac{AN}{\sin AON} = \frac{NO}{\sin OAN} \Rightarrow \frac{R+h}{\sin 110^\circ} = \frac{R}{\sin OAN} \Rightarrow$$

$$\sin OAN = \frac{R \cdot \sin 110^\circ}{R+h}.$$

$$\sin OAN = \frac{6400 \text{ км} \cdot 0,9396}{6900 \text{ км}} = 0,8715 \Rightarrow \angle OAN = 60,63^\circ.$$

$$\angle AON = 180^\circ - 110^\circ - 60,63^\circ = 9,37^\circ.$$

$$\frac{AN}{\sin AON} = \frac{NO}{\sin OAN} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow AN = \frac{R \cdot \sin 9,37^\circ}{\sin 60,63} = \frac{6400 \text{ км} \cdot 0,1628}{0,8715} = 1196 \text{ км}.$$

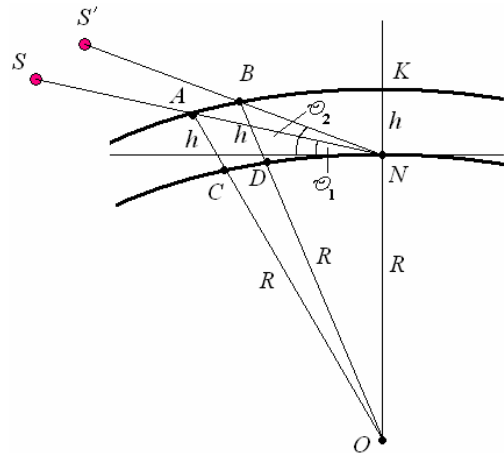


Рис. 2. До оцінки числового значення сонячної сталої. Проводячи аналогічні міркування, розглядаємо $\triangle OBN$, $BO = R + h = 6400 + 500 = 6900(\text{км})$, $ON = R = 6400 \text{ км}$, $BD = h = 500 \text{ км}$,

$$\angle BNO = 30^\circ + 90^\circ = 120^\circ.$$

З трикутника $\triangle OBN$ за теоремою синусів:

$$\frac{BO}{\sin BNO} = \frac{BN}{\sin BON} = \frac{NO}{\sin OBN} \Rightarrow \frac{R+h}{\sin 120^\circ} = \frac{R}{\sin OBN} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin OBN = \frac{R \cdot \sin 120^\circ}{R+h}.$$

$$\sin OBN = \frac{6400 \text{ км} \cdot 0,866}{6900 \text{ км}} = 0,8033 \Rightarrow \angle OBN = 53,44^\circ.$$

$$\angle BON = 180^\circ - 120^\circ - 53,44^\circ = 6,56^\circ.$$

$$\frac{BN}{\sin BON} = \frac{NO}{\sin OBN} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow BN = \frac{R \cdot \sin 6,56^\circ}{\sin 53,44^\circ} = \frac{6400 \text{ км} \cdot 0,1143}{0,8033} = 911 \text{ км}.$$

Аналізуючи отримані дані приходимо до висновку, що при проходженні сонячного проміння в атмосфері Землі шлях 1196 км шукає значення $\bar{\sigma}_0^*(2) = 691,57 \frac{Bm}{m^2}$, а при проходженні відстані 911 км – $\bar{\sigma}_0^*(1) = 480,11 \frac{Bm}{m^2}$. Очевидно, що товщина атмосфери у $l = 1196 \text{ км} - 911 \text{ км} = 285 \text{ км}$ зменшує значення σ_0 на

$$\Delta \sigma_0 = 691,57 \frac{Bm}{m^2} - 480,11 \frac{Bm}{m^2} = 211,46 \frac{Bm}{m^2},$$

або на кожний кілометр атмосфери (вважаючи поглинання у ній рівномірним на протязі всієї товщини) відбувається зменшення значення величини σ_0 на: $\frac{\Delta \sigma_0}{l} = 0,742 \frac{Bm}{m^2 \cdot \text{км}}$.

Отже значення сонячної сталої, на основі отриманих даних, за межами земної атмосфери у т. A і т. B буде відповідно становити:

у т. A :

$$\sigma_0 = 480,11 \frac{Bm}{m^2} + 0,742 \frac{Bm}{m^2 \cdot \text{км}} \cdot 1196 \text{ км} = 1367,54 \frac{Bm}{m^2}.$$

У т. B :

$$\sigma_0 = 691,57 \frac{Bm}{m^2} + 0,742 \frac{Bm}{m^2 \cdot \text{км}} \cdot 911 \text{ км} = 1367,53 \frac{Bm}{m^2}.$$

Отже, отримане експериментальне значення сонячної сталої: $\sigma_0 = 1367,5 \frac{Bm}{m^2}$ достатньо точно співпадає з теоретичними [7, с.627].

Знаючи Сонячну сталу можна визначити світимість Сонця: $L_n = \sigma_0 \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^2 \approx 3,84 \cdot 10^{26} Bm$; кількість енергії, яку випромінює Сонце з одиниці своєї поверхні за секунду:

$\varepsilon_n = \frac{L_n}{4 \cdot \pi \cdot R_n^2} \approx 6,4 \cdot 10^7 \frac{Bm}{m^2}$; та його ефективну температуру:

ру: $T_{ef} = \sqrt[4]{\frac{\varepsilon_n}{\sigma}} \approx 5796K$.

Розглянута вище методика оцінки числового значення величини Сонячної Сталої може бути екстрапольована у вигляді лабораторно-практичної астрономічної роботи, самостійного учнівського наукового дослідження, роботи учасника малої академії наук, тощо.

Список використаних джерел:

1. Аристов Г.А. Солнце. – М.: Гос. изд. техн.-теор. лит., 1950. – 55 с.
2. Астрономічний календар 2020 / Від. гол. ред. А.П. Відьмаченко. – К.: ГАО НАН України, 2009. – 303 с.
3. Климишин І.А. Астрономія – Львів: Світ, 1993. – 384 с.

УДК 621.31

В. З. Никорич¹, О. А. Голбан¹, О. В. Куликова²

¹Молдавский государственный университет

²Институт прикладной физики АН Молдовы

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ЗЕЕБЕКА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

В статье рассматриваются этапы комплексного изучения вопросов, относящихся к курсу по кинетическим эффектам в полупроводниках. Представлены анализ теории, решение типичной задачи и методы лабораторного исследования рассматриваемого явления.

Ключевые слова: полупроводник, кинетические эффекты, термоэлектрический эффект Зеебека, решение задач. Лабораторная работа.

Введение

Подготовка специалистов высшей квалификации представляет собой комплексную задачу, решение которой осуществляется в несколько этапов. Причем, методы обучения студентов на факультетах естественных наук имеют существенные отличия от методов, применяемых на гуманитарных факультетах.

Первый этап охватывает изучение общей теории предлагаемой темы и базируется на знаниях как фундаментальных дисциплин (математики, физики), так и более специальных предметов (зонная теория твердого тела, статистика электронов и дырок в полупроводниках, рассеяние носителей заряда в полупроводниках). Теоретические знания позволяют студентам более глубоко проникнуть в суть явлений, осмыслить их закономерности и, следовательно, легче ориентироваться в потоке получаемой новой информации.

На следующем этапе студенты учатся применять полученные теоретические знания при решении задач, что способствует развитию логического мышления и более глубокому, дифференцированному усвоению лекционного материала. Кроме того, при решении задач студенты как пользуются, а также рассчитывают некоторые конкретные параметры полупроводников (*Si, Ge, Te, InSb, GaAs*), что создает общее представление о величинах и свойствах, которые характеризуют полупроводниковые материалы.

Одним из наиболее важных и отличительных, по сравнению с гуманитарными факультетами, этапом познания является выполнение лабораторных работ. Этот вид учебной деятельности представляет собой небольшое самостоятельное исследование. Действительно, для получения конечного результата, не смотря на наличие прилагаемого к лабораторной работе методического пособия, студент должен:

4. Макарова Е.А., Харитонов А.В. Распределение энергии в спектре Солнца и солнечная постоянная. – М.: Наука, 1972. – 364 с.
5. Мислінчук В.О. Техніко-технологічні особливості виготовлення саморобного актинометру // Збірник науково-методичних праць "Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін". Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. – Вип. 14. – Рівне: Волинські обереги, 2010. – С. 46-52.
6. Ткаченко І.А. Використання астрономічних приладів для розвитку творчої активності студентів // Збірник наукових праць: Спеціальний випуск / В.Г. Кузь (гол. ред.) та ін. – К.: Науковий світ, 2001. – С. 246-248.
7. Физика космоса: Маленькая энциклопедия / Редкол.: Р.А. Сюняев (гл. ред.) и др. – 2-е изд., пер. и доп. – М.: Сов. энциклопедия, 1986. – 783 с.
8. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. – М.: Наука, 1974. – Т.2. Колебания и волны. – 456 с.

In the article the considered method of leadthrough of estimation of numerical value of Sun constants, on the basis of experimental information, got with the use of home-made an actinometry.

Key words: scientific research, sun radiation, Sun became, actinometry, home-made equipment, actinometry.

Отримано: 31.08.2010

- четко сформулировать для себя цель исследований,
- наметить план работы и проведения измерений, что способствует составлению в оптимальной форме таблицы измеряемых величин,
- выполнить необходимые измерения, что с одной стороны позволяет студенту ознакомиться с измерительной установкой и приборами, а с другой – вырабатывает практические навыки,
- провести необходимые расчеты и проанализировать полученный результат, что невозможно без теоретических знаний, накопленных на первом и втором этапах.

Таким образом, в результате прохождения всех вышперечисленных этапов студент последовательно переходит от познания к пониманию, составлению общего представления о сути рассматриваемого явления, затем к его экспериментальному исследованию и, наконец, к анализу. Такая комплексная методика обучения позволяет создать интегрированные знания, сформировать научную концепцию исследований и проанализировать возможности практического применения рассматриваемого явления.

Теоретические аспекты

Все физические эффекты, связанные с ориентированным перемещением зарядов под действием внешних сил, называются явлениями переноса или кинетическими эффектами. Под внешним воздействием прежде всего понимают электрическое и магнитное поля, а также градиент температуры, приложенные к образцу. Следовательно, к кинетическим эффектам относятся электропроводность, магнитосопротивление, подвижность, гальваномагнитный эффект Холла, термоэлектрический эффект Зеебека, а также различные термомагнитные эффекты. Исследование вышеназванных явлений позволяет определить ряд важных