

Lina Rybalko. Design of information and educational space in teaching students of natural sciences on the basis of ecological and evolutionary approach.

In the article the problem of teaching natural sciences on the basis of ecological and evolutionary approach in a secondary school in the aspect of design information and educational space. Attention is focused on the definition of the essence of the concept of "information-educational environment" and its role in the implementation of environmental and evolutionary approach to modern school science education.

Key words: information and educational space, ecological and evolutionary approach, teaching natural sciences, school science education.

УДК 52 (07) + 378

І. А. Ткаченко

ЗАСТОСУВАННЯ ДІЯЛЬНІСНОГО ПІДХОДУ У ВИВЧЕННІ ПРИРОДИ СОНЦЯ

У статті пропонується варіант проведення інтегрованого лабораторно-практичного заняття з астрофізики. Доведено, що проведення лабораторно-практичних занять з астрофізики з використанням практичних розрахункових завдань дає додаткову можливість щодо пошуку нових способів вивчення та ґрунтовного засвоєння природи небесних світил, зокрема Сонця.

Ключові слова: астрономія, спектр, Сонце, розрахункові завдання

Постановка проблеми. Об'єктивною необхідністю суттєвої зміни структури і змісту природничо-наукової освіти є ідея впровадження нових теорій, що принципово змінюють природничо-наукову картину світу. Одним із важливих напрямів реформування освіти в Україні є створення передумов для формування освіченої, творчої особистості, компетентного фахівця, здатного до життя і самореалізації в сучасному суспільстві. На цьому наголошується в Національній доктрині розвитку освіти України, яка вимагає від психолого-педагогічних наук створення ефективних систем навчання, що відповідали б сучасним вимогам до рівня обізнаності та професійної компетентності майбутніх учителів, налаштовували б їх на впровадження інноваційних навчальних технологій, здатних забезпечити й задовольнити суспільні та особистісні запити кожної людини.

Найбільш фундаментальними природничо-науковими дисциплінами є фізика і астрономія, вони є основою формування знань щодо сучасної наукової картини світу. Тому, на нашу думку, має заслуговувати на увагу поглиблений інтегрований підхід до вивчення фізики і астрономії (астрофізики) – дисциплін, предмет вивчення яких якраз і складають природні явища. Особливо актуальним це є в даний час, коли людство значно підвищує інтерес до проблеми походження (народження) Всесвіту (до досліджень на Адронному колайдері), тривалості його розвитку, скінченності його буття

тощо; до пошуку взаємозв'язків між процесами у мегасвіті і мікросвіті (розвиток фізики нанопростору і нанотехнологій); до сучасної моделі фізичної картини світу тощо. Наразі дістали новий імпульс ідеї про нескінченність, але обмеженість Всесвіту, його симетрію і додекаедральну форму, що допускає просторово-часову багатовимірність, а отже і можливості множинності Всесвітів (теорії «суперструн» і «бран»). Набувають реальності об'єктів дослідження «фізичний вакуум», «темна матерія», «темна енергія», які є атрибутами буття і саморозвитку природи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Формування теоретичних і методичних засад навчання астрономії у вищих навчальних закладах у контексті впровадження діяльнісного підходу знайшло певне відображення у дослідженнях М. В. Головка, Л. В. Жукова, М. М. Дагаєва, І. А. Климишина, Ю. М. Краснобокого, І. П. Крячка, С. Г. Кузьменкова, М. Т. Мартинюка, І. М. Хейфеца та інших. Проте практичний аспект підготовки майбутніх учителів астрономії залишається поки на рівні опрацювання емпіричних фактів. Тому нами й пропонується деякі практичні розрахункові завдання, які можуть бути використанні на заняттях з астрономії або астрофізики.

Мета роботи. У даній публікації наводиться методика використання практичних розрахункових завдань на лабораторно-практичних заняттях з астрофізики з метою поглибленого вивчення природи Сонця.

Виклад основного матеріалу. Одним із шляхів формування інтегрованих фундаментальних знань з природничих наук є залучення студентів до виконання лабораторних та практичних робіт. Причому доцільно розглядати не розрізнено лабораторну та практичну роботу, а об'єднувати їх в одну форму – лабораторно-практичне заняття з астрофізики. Проведення таких лабораторно-практичних занять дає змогу студентам значно поглибити теоретичні знання, вивчити закономірності перебігу фізичних явищ, озброїти їх основами наукового експериментування, а також навичками математичної обробки результатів вимірювання. Для прикладу, розглянемо методику проведення лабораторно-практичного заняття, мета якого – використання основ спектрального аналізу для вивчення природи небесних тіл, зокрема Сонця.

Із основ спектрального аналізу відомо, що розжарені тверді й рідкі тіла, а також гази значних об'ємів і тисків випромінюють неперервний спектр. Оптичний діапазон неперервного спектра являє собою сукупність багатьох монохроматичних випромінювань, які йдуть безперервно і послідовно одне за одним і спостерігаються у вигляді суцільної райдужної смуги.

Розжарені розріджені гази і пара дають спектр випромінювання, який складається з окремих яскравих монохроматичних ліній на темному фоні (так званий лінійчастий спектр). Кожний хімічний елемент має свій характерний спектр випромінювання, що відрізняється як числом ліній, так і їх розташуванням за довжинами хвиль. Тому за спектром випромінювання довільної газоподібної речовини можна судити про її хімічний склад.

Світловий потік від джерела неперервного випромінювання, що проходить через шар розрідженого і холоднішого газу (пари), ніж випромінююча поверхня джерела, розкладається в спектр поглинання, який складається з темних ліній на фоні неперервного спектра. Положення темних ліній у спектрі поглинання визначається законом Кірхгофа, згідно з яким атоми довільного газу (або пари) поглинають хвилі лише тих довжин, що їх вони самі можуть випромінювати [1].

Закон Кірхгофа покладено в основу якісного спектрального аналізу хімічного складу газової атмосфери Сонця та інших небесних тіл.

Сонце, як відомо, дає спектр поглинання. Його походження зумовлене тим, що окремі промені певних довжин хвиль неперервного випромінювання, яке посилає його розжарена фотосфера, поглинаються при проходженні через менш густі і холодніші шари сонячної атмосфери. Тому на фоні неперервного спектра спостерігаються численні темні, так звані фраунгоферові, лінії.

Спектр, що надходить до нас від Сонця, дуже складний. Крім ліній, що утворюються в атмосфері Сонця, спостерігається велика кількість телуричних ліній, викликаних поглинанням сонячного випромінювання атомами і молекулами земної атмосфери.

Ототожнення ліній Фраунгофера призвело до відкриття на Сонці 69 елементів періодичної системи елементів Менделєєва. Решта відомих нам хімічних елементів, мабуть, також входять до складу Сонця, але спектрально не виявляються, тому, що для збудження атомів деяких з них фотосферна температура недостатня, а атомів інших елементів, очевидно, дуже мало.

У цій роботі якісний хімічний склад Сонця пропонуємо визначити за його спектрограмою (див. рис. 1), отриманою за допомогою дифракційного спектрографа.

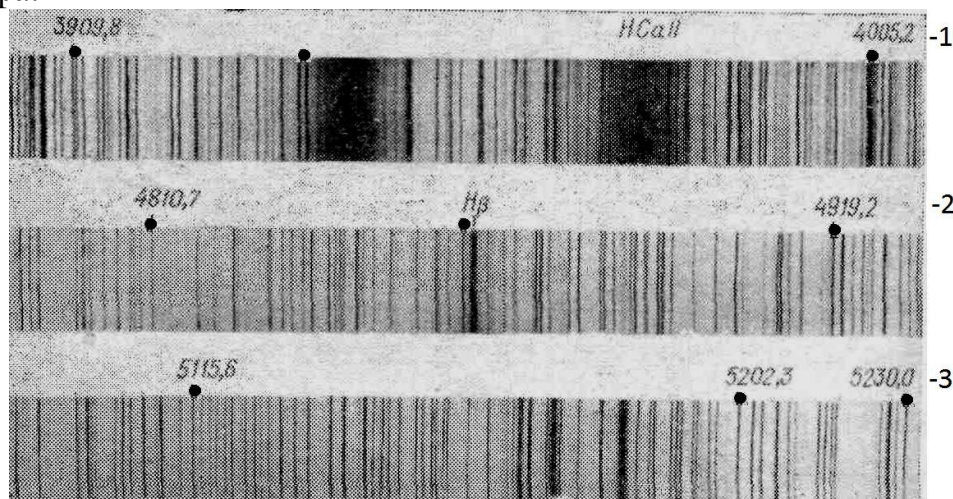


Рис. 1. Окремі ділянки спектра Сонця

Як відомо, лінійна дисперсія для всіх ділянок такої спектрограми має сталі значення і дорівнює відношенню різниці довжин хвиль $\lambda - \lambda_0$ двох ототожнених ліній до відстані S між ними на спектрограмі, тобто $\eta = \frac{\lambda - \lambda_0}{S}$. Для цього центр ототожненої лінії, наприклад λ_0 , беруть за початок відліку і

відносно нього знаходять положення тієї чи іншої спектральної лінії невідомої довжини хвилі (λ_x). Якщо виміряна відстань між лініями довжин хвиль λ_0 і λ_x дорівнюватиме S_x , то $\lambda_x - \lambda_0 = \pm \eta S_x$.

Звідки шукана довжина хвилі визначається за формулою: $\lambda_x = \lambda_0 \pm \eta S_x$, де знак «плюс» відповідає лініям, розташованим від λ_0 в бік червоної, а знак «мінус» – в бік фіолетової частини спектра.

Хімічний елемент в атмосфері Сонця, якому належить лінія знайденої довжини хвилі, визначається за таблицями спектральних ліній.

I. Завдання до лабораторної частини заняття.

Визначити дисперсію спектрографа, за допомогою якого отримали спектр Сонця: довжини хвиль ліній λ_{x1} , λ_{x2} , λ_{x3} та ідентифікувати хімічні елементи, яким належать ці лінії (довжини хвиль ототожнених ліній додаються).

Розв'язання. $\lambda_{01} = 3909,8 \text{ \AA}$ і $\lambda_1 = 4005,2 \text{ \AA}$ (на рисунку – положення 1). Вимірюємо лупою з міліметровою шкалою відстань між ототожненими лініями: $S_1 = 81,5 \text{ мм}$.

Знаходимо дисперсію за формулою $\eta_1 = \frac{4005,2 - 3909,2}{81,5} = 1,1705 \text{ (\AA/мм)}$

Беремо λ_{01} за початок відліку і вимірюємо відстань між лініями довжин λ_{01} і λ_{x1} . Вона дорівнює $S_{x1} = 20,5 \text{ мм}$.

Обчислюємо довжину хвилі шуканої лінії, розташованої відносно λ_{01} у бік червоної частини спектра: $\lambda_{x1} = \lambda_{01} + \eta_1 S_{x1} = 3909,8 + 1,1705 \cdot 20,5 = 3933,7 \text{ (\AA)}$.

Як видно з таблиці, наведеній у додатку зразків спектрів [5, С. 232], спектральна лінія $3933,7 \text{ \AA}$ належить калію (К).

Аналогічно:

$\lambda_{02} = 4810,7 \text{ \AA}$ і $\lambda_2 = 4919,2 \text{ \AA}$ (на рисунку – положення 2). Вимірюємо лупою з міліметровою шкалою відстань між ототожненими лініями: $S_2 = 70,5 \text{ мм}$; визначаємо дисперсію $\eta_2 = \frac{4919,2 - 4810,7}{70,5} = 1,54 \text{ (\AA/мм)}$. Беремо λ_{02} за

початок відліку і вимірюємо відстань між лініями довжин λ_{02} і λ_{x2} : $S_{x2} = 32,8 \text{ мм}$. Обчислюємо довжину хвилі шуканої лінії, розташованої відносно λ_{02} в бік червоної частини спектра, $\lambda_{x2} = \lambda_{02} + \eta_2 S_{x2} = 4810,7 + 1,54 \cdot 32,8 = 4861,22 \text{ (\AA)}$. За табличними даними ідентифікуємо, що спектральна лінія $4861,3 \text{ \AA}$ належить водню (H_β).

$\lambda_{03} = 5202,3 \text{ \AA}$ і $\lambda_3 = 5230,0 \text{ \AA}$ (на рисунку – положення 3). Вимірюємо лупою з міліметровою шкалою відстань між ототожненими лініями: $S_3 = 17,5 \text{ мм}$; визначаємо дисперсію $\eta_3 = \frac{5230,0 - 5202,3}{17,5} = 1,583 \text{ (\AA/мм)}$. Беремо λ_{03} за

початок відліку і вимірюємо відстань між лініями довжин λ_{03} і λ_{x3} : $S_{x3} = 54,8 \text{ мм}$. Обчислюємо довжину хвилі шуканої лінії, розташованої відносно λ_{03} в бік фіолетової частини спектра, $\lambda_{x3} = \lambda_{03} + \eta_3 S_{x3} = 5202,3 - 1,583 \cdot 54,8 = 5115,6 \text{ (\AA)}$. Спектральна лінія $5115,6 \text{ \AA}$ належить кальцію (Ca).

Для закріплення набутих навиків визначення дисперсії спектрографа, ототожнення спектральних ліній, розрахунків довжин хвиль, а також для

подальшого поглибленого вивчення теоретичних основ спектрального аналізу з використанням фундаментальних фізичних законів Кірхгофа, Віна, Стефана-Больцмана пропонується розв'язати ряд фізичних задач та дати відповіді на контрольні запитання.

II. Завдання до практичної частини заняття.

1. Визначити температуру T Сонця, вважаючи його абсолютно чорним тілом, якщо відомо, що максимум інтенсивності спектра Сонця відповідає довжині хвилі його зеленої лінії ($\lambda=0,48 \cdot 10^{-6} \text{ м}$).

Розв'язання

Для розв'язання задачі використовуємо закон Віна: $T \cdot \lambda_{\max} = b$, де $b = 2,89 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$ – стала Віна. Звідси $T = \frac{b}{\lambda_{\max}} = \frac{0,002896}{480 \cdot 10^{-9}} \approx 6000 \text{ (К)}$.

2. Користуючись результатами виконання лабораторної роботи з дослідження спектра випромінювання Сонця, визначаємо довжину хвилі його зеленої лінії. Вважаючи, що на цю лінію припадає максимум інтенсивності випромінювання Сонця визначити: а) енергетичну світність Сонця; б) потік енергії, що випромінюється Сонцем; в) енергію, що припадає на 1 м^2 земної поверхні при нормальному падінні на неї променів; г) масу, яку втрачає Сонце внаслідок випромінювання протягом року. Сонце вважати абсолютно чорним тілом [2, 4].

Розв'язання

а) за законом Стефана-Больцмана визначаємо енергетичну світність Сонця $R_e = \sigma T^4 = \sigma \left(\frac{b}{\lambda_{\max}}\right)^4 = 7,348 \cdot 10^7 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}\right)$, де $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \left(\frac{\text{Дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{К}^4}\right)$ – стала Стефана-Больцмана.

б) потік енергії, що випромінюється Сонцем:

$$\Phi_e = R_e S_c = R_e \cdot 4\pi R_c^2, \text{ де } R_c = 6,95 \cdot 10^8 \text{ м} - \text{радіус Сонця.}$$

$$\Phi_e \approx 4,5 \cdot 10^{26} \text{ (Вт)}.$$

в) згідно з визначенням густини потоку випромінювання, яку називають також інтенсивністю I випромінювання (радіації), можна записати: $I = \frac{E}{S \cdot t} = \frac{\Phi_e}{S}$, (1)

де E – енергія випромінювання, $\Phi_e = \frac{E}{t}$ – потік випромінювання в одиницю часу через поверхню S .

Очевидно, що інтенсивність I Сонця поблизу поверхні Землі пропорційна енергетичній світності R_e поверхні Сонця.

$$\text{Потік випромінювання з поверхні Сонця дорівнює } \Phi_e = R_e \cdot 4\pi R_c^2. \text{ (2)}$$

Цей же потік проходить крізь поверхню S сфери, радіус l якої дорівнює відстані від Сонця до Землі: $\Phi_e = I \cdot 4\pi l^2$. (3)

Прирівнявши (2) і (3), отримуємо

$$I = \frac{\Phi_e}{S} = \sigma T^4 \frac{R_c^2}{l^2} = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot (6000)^4 \cdot \frac{(6,95 \cdot 10^8)^2}{(1,5 \cdot 10^{11})^2} \approx 1,6 \cdot 10^3 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}\right).$$

г) маса, яку втрачає Сонце протягом року:

– за формулою Ейнштейна $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$ знаходимо:

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{\Phi \cdot t}{c^2} \approx 16 \cdot 10^{16} \text{ (кг)}$$

2. Температура поверхневого шару Сонця (фотосфери) – близько 6000 К. Чому поверхню Сонця не покидають атоми водню, з яких в основному й складається фотосфера?

Дано:

$$T = 6000 \text{ К};$$

$V = ?$

Розв'язання

Щоб покинути фотосферу Сонця атоми водню повинні мати середню квадратичну швидкість не меншу від другої космічної для Сонця.

Середня квадратична швидкість атомів водню у

фотосфері рівна: $\langle V \rangle = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = 1,2 \cdot 10^4 \left(\frac{m}{\text{г}} \right)^{-1/2}$, де m – маса атома водню; k – стала Больцмана.

Друга космічна швидкість для Сонця: $V_{II} = \sqrt{2G \frac{M_{\odot}}{R_{\odot}}} =$

$6,1 \cdot 10^5 \left(\frac{m}{\text{г}} \right)^{-1/2}$, де M_{\odot} – маса Сонця; R_{\odot} – радіус Сонця.

З порівняння видно, що $\langle V \rangle$ в 51 раз менша від V_{II} , тому більшість атомів водню не можуть вирватися з поля тяжіння Сонця. Лише незначна кількість атомів водню, швидкість яких набагато більша від $\langle V \rangle$, можуть вилетіти в космос – саме вони і створюють «сонячний вітер».

3. На географічній широті ($\varphi = 44^{\circ}45'$) Сонце спостерігалось на полуденній висоті $h_{\odot} = 50^{\circ}$. Знайшовши схилення Сонця, встановіть за допомогою астрономічного календаря дати, в які проведено спостереження [3].

Дано:

$$\varphi = 44^{\circ}45'$$

$$h_{\odot} = 50^{\circ}$$

Знайти:

$$\delta_{\odot} = ?$$

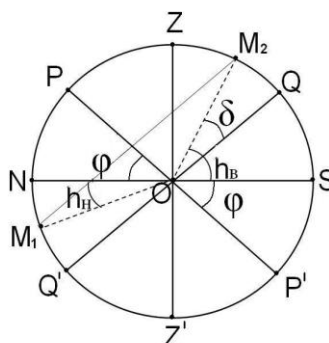


Рис. 2. Ілюзорний рух Сонця на небесній сфері.

Рух Сонця протягом однієї доби наближено вважається паралельним небесному екватору, тому рух нашого світила розглядається як рух звичайної зірки.

Відмітимо на рисунку 2 положення нижньої M_1 і верхньої M_2 кульмінацій Сонця для вказаного дня. Також виходячи з умови задачі побудуємо полярну вісь PP' ,

небесний екватор QQ' .

З огляду отриманого рисунку видно, що $\varphi = \angle NOP = \angle SOP'$ (як вертикальні кути), а кут $\angle QOP' = 90^\circ 00'$ ($PP' \perp QQ'$).

Звідси очевидно, що $\angle P'OS + \angle SOM_2 = \angle P'OQ + \angle QOM_2 \Rightarrow \varphi + h_B = 90^\circ 00' + \delta_{\odot} \Rightarrow \delta_{\odot} = \varphi + h_B - 90^\circ 00'$.

$$\delta_{\odot} = 44^\circ 45' + 50^\circ - 90^\circ 00' = 4^\circ 45'.$$

За допомогою астрономічного календаря встановлюємо, що схилення $\delta_{\odot} = 4^\circ 45'$ Сонце має 2 квітня та 11 вересня.

Відповідь: 2 квітня, 11 вересня.

Приклади контрольних запитань, на які студенти повинні дати відповіді, готуючись до даного лабораторно-практичного заняття:

1. Випромінювання Сонця за своїм спектральним складом близьке до випромінювання АЧТ, максимум випромінювальної здатності якого припадає на довжину хвилі 480 нм. Речовину якої маси втрачає Сонце щосекунди? Радіус Сонця дорівнює 690 Мм.

2. Назвіть відомі вам види спектрів. Який спектр називається неперервним?

3. У чому істотна різниця між спектрами випромінювання і поглинання?

4. Як визначається лінійна дисперсія дифракційного спектрографа?

5. Чому призматичний спектр частіше застосовують для вивчення складу короткохвильового випромінювання, а у випадку випромінювання довгих хвиль доцільніше користуватися дифракційним спектром?

6. Для чого при спектральному аналізі досліджувану речовину поміщають у полум'я пальника або вводять в електричну дугу?

7. Чому ми бачимо чорні предмети, хоча вони поглинають промені, які падають на них?

8. Чому ми не бачимо всіх тіл, що випромінюють енергію у темряві?

9. Чи можна фотографувати предмети в цілком темній кімнаті?

10. Чому перекис водню зберігають у склянках із жовтого скла?

11. Синя квітка на фотографії виходить трохи світлішою за жовтий колір, а червона квітка виходить чорного кольору. Чому?

12. Чому на фотознімках, зроблених в інфрачервоних променях, зелена рослинність виходить білою?

13. Що можна сказати про температуру жовтих, червоних та голубих зірок?

14. Як визначають хімічний склад атмосфери Сонця за його спектрограмою?

15. Довжини хвиль спектральних ліній як правило вимірюються з точністю до $0,001 \text{ \AA}$ за допомогою спектрографів, роздільна здатність яких складає лише $0,010 \text{ \AA}$. Поясніть, чи не порушуються тут які-небудь основні закони фізики?

Висновки. Проведення лабораторно-практичних занять дає додаткову можливість щодо пошуку шляхів модернізації методики формування складних астрофізичних понять, створює сприятливі умови для кращого засвоєння природи небесних світил.

Список використаної літератури

1. Бойко Г. М., Грищенко Г. О. Курс астрономії. Лабораторний практикум з практичної астрофізики: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. – 208 с.: іл.
2. Краснобокий Ю. М. Розв'язування задач з фізики (Квантова фізика. Фізика атома та атомного ядра.) / Ю. М. Краснобокий, П. П. Товбушенко, М. М. Яровий. – Умань: СПД Жовтий, 2008. – 132 с.
3. Ткаченко І. А. Лабораторно-практичні заняття з астрономії. Навч. посібн. з астрономії. – К.: Наук. світ, 2002. – 61с.
4. Ткаченко І. А., Краснобокий Ю. М. Використання розрахункових завдань на лабораторно-практичних заняттях з астрофізики // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Вип. 99 / Чернігівський державний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка; гол. ред. Носко М.О. – Чернігів: ЧДПУ, 2012. – С. 323–327.
5. Чепрасов В. Г. Практикум по курсу общей астрономии. К.: Вища школа, 1976. – 256 с.

Игорь Ткаченко. Применение деятельностного подхода в изучении природы солнца.

В статье предлагается вариант проведения интегрированного лабораторно-практического занятия по астрофизике. Доказано, что проведение лабораторно-практических занятий по астрофизике с использованием практических расчетных заданий дает дополнительную возможность относительно поиска новых способов изучения и более глубокого усвоения природы небесных светил, в частности Солнца.

Ключевые слова: астрономия, спектр, Солнце, расчетные задания.

Ihor Tkachenko. Application of the activity approach in the study of the nature of the sun.

In the article the variant of integrated laboratory and practical lesson conducting in astrophysics is offered. It is proved that laboratory and practical lessons conducting in astrophysics with the usage of calculation tasks gives a wide possibility in relation to the search of new methods of study of the best mastering of nature of a Sun.

Key words: astronomy, spectrum, sun, tasks of calculation.