

СЕРЕДНЯ ОСВІТА

УДК 373.6

К. М. Зикова,

аспірантка

(Бердянський державний педагогічний університет)

klava.zykova@rambler.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ФУНДАМЕНТАЛЬНИМИ ФІЗИЧНИМИ І МАТЕМАТИЧНИМИ КОНСТАНТАМИ НА УРОКАХ ФІЗИКИ В 11-Х КЛАСАХ

Анотація

Запропоновано алгоритм пошуку прояву правила “золотого перерізу” в особливостях дослідження протонно-нейтронного складу стабільних нуклідів, що дозволяє сформувати в учнів навички аналізу отриманих даних; виявлення закономірностей між фундаментальними фізичними і математичними константами; формування фізичної картини світу.

Ключові слова: фундаментальні фізичні константи, “золотий переріз”, склад нуклідів, навчання фізиці, шкільний курс атомної та ядерної фізики.

Summary

The algorithm of the search display rules "golden section" in the characteristics of the proton-neutron studies of stable nuclides, which allows the students to form the data analysis skills has been suggested;

Key words: fundamental physical constants, the "golden section", the composition of nuclides, teaching physics, high-school atomic and nuclear physics.

Постановка проблеми. Важливу роль у формуванні світогляду учнів при навчанні фізики в профільній школі відіграє вміння узагальнювати знання та виявляти закономірності. Цьому сприяє вивчення та дослідження наявних аналітично формалізованих зв'язків між фундаментальними фізичними і математичними константами. Ці зв'язки наочно можна продемонструвати на прикладі дослідження нуклонного складу ядер атомів та особливостей ядерних реакцій. Вміння знаходити подібні закономірності формують в учнів сучасні уявлення про будову речовини та сучасну фізичну картину світу.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблему взаємозв'язку математичних констант у фізичних законах і фізіології, а саме число π та постійної Ейлера (e), розглядав Б. Горобець [1]. Опис природи “золотого перерізу”, його прояв у природних явищах, а також доцільність використання уявлень про “золотий переріз” в навчанні фізики було розглянуто В. Спажакіним, П. Короленко і С. Марковою [2]. Змісту навчання фізиці орієнтованому на формування фізичних понять приділяли увагу Б. Будний, О. Бугайов, С. Гончаренко, О. Ляшенко, М. Садовий та інші [3-7]. Але в методиці навчання фізики за останні роки проблему вивчення

міжпредметних взаємозв'язків на прикладі співвідношення фундаментальних фізичних та математичних констант не розглядали.

Мета статті – розробити доступний для розуміння учнями алгоритм виявлення різноманітних варіантів числових співвідношень між кількістю протонів та нейтронів в стабільних ядрах, що дасть змогу визначити розрахункові значення, близькі до чисельного значення правила “золотого перерізу”.

Основний матеріал. Під час вивчення атомної фізики на уроках узагальнення та закріплення матеріалу учням можна запропонувати визначити закономірності між співвідношенням протонів та нейтронів в атомних системах на основі алгоритму пошуку зв'язків між фундаментальними фізичними і математичними константами. У найпростішому випадку такий взаємозв'язок може виявитися як відношення “золотого перерізу” в особливостях протонно-нейтронного складу стабільних нуклідів.

Під час вивчення теми “Атомне ядро. Протонно-нейтронна модель атомного ядра. Нуклони” учням пропонуємо за допомогою програми Microsoft Office Excel 2007 розрахувати співвідношення між кількістю протонів Z , нейтронів N та масових чисел A нуклідів за табличними даними протонно-нейтронного їх складу [8].

До цих співвідношень відносяться такі:

$$\frac{Z}{N}; \frac{N}{Z}; \frac{(Z-N)}{Z};$$

$$\frac{(N-Z)}{N}; \frac{Z}{A}; \frac{N}{A}; \left(\frac{Z}{N}\right)^2; \left(\frac{N}{Z}\right)^2; \left(\frac{Z-N}{Z}\right)^2; \frac{Z^2-N^2}{Z^2}; \frac{Z-N}{A};$$

$$\frac{Z \cdot A}{N^2}; \frac{N \cdot A}{Z^2}; \frac{\sqrt{Z \cdot N}}{A}; \frac{Z}{\sqrt{A}}; \frac{N}{\sqrt{A}}; \frac{\sqrt{A}}{Z}; \frac{\sqrt{A}}{N}; \frac{\sqrt{A}}{(Z-N)}; \frac{\ln A}{Z};$$

$$\frac{\sqrt[3]{A^2}}{Z}; \frac{\sqrt{Z}}{\ln A}; \frac{\sqrt{N}}{\ln A}; \ln \frac{A}{N}; \ln \frac{A}{Z}; \frac{Z}{\sqrt{N}}; \frac{A}{Z \cdot N}; \frac{A}{\sqrt{Z \cdot N}}; \frac{A^2-Z^2}{N^2};$$

$$\frac{A^2-N^2}{Z^2}; e^{Z/A}; e^{N/A}; e^{Z/N}; e^{N/Z}.$$

За цими співвідношеннями можна знайти закономірності, які відповідають правилу “золотого перерізу”. Якщо визначення закономірностей між співвідношеннями викликають в учнів труднощі, звертаємо увагу на формули $e^{Z/A}$ та $e^{N/A}$, де проявляється правило “золотого перерізу”. Правильність отриманих результатів учні перевіряють за допомогою таблиці 2, яка складена на основі розрахункових даних.

Таблиця 2.

Співвідношення протонів та нейтронів до масового числа

Нуклід	$e^{Z/A}$	$e^{N/A}$	Нуклід	$e^{Z/A}$	$e^{N/A}$
² H	1,6487	1,6487	³³ S	1,6239	1,6739
³ H	1,3956	1,9477	³⁴ S	1,6009	1,6979
³ He	1,9477	1,3956	³⁵ S	1,5796	1,7209
⁴ He	1,6487	1,6487	³⁵ Cl	1,6253	1,6724
⁶ Li	1,6487	1,6487	³⁶ Cl	1,6036	1,6952
⁷ Li	1,5351	1,7708	³⁷ Cl	1,5832	1,7169
⁷ Be	1,7708	1,5351	³⁶ Ar	1,6487	1,6487
⁸ Be	1,6487	1,6487	³⁷ Ar	1,6266	1,6712
⁹ Be	1,5596	1,7429	³⁹ Ar	1,5865	1,7134
¹⁰ Be	1,4918	1,8221	⁴⁰ Ar	1,5683	1,7333
¹⁰ B	1,6487	1,6487	³⁹ K	1,8839	1,4429
¹¹ B	1,5755	1,7254	⁴² K	1,5721	1,7291
¹¹ C	1,7254	1,5755	⁵¹ Cr	1,6009	1,6979
¹² C	1,6487	1,6487	⁵⁵ Mn	1,5755	1,7254
¹³ C	1,5865	1,7134	⁵⁶ Co	1,5928	1,7066
¹⁴ C	1,5351	1,7708	⁵⁹ Co	1,5803	1,7201
¹³ N	1,7134	1,5865	⁶⁰ Co	1,5683	1,7333
¹⁴ N	1,6487	1,6487	⁶³ Cu	1,5846	1,7155
¹⁵ N	1,5947	1,7046	⁶⁵ Cu	1,5623	1,7399
¹⁵ O	1,7046	1,5947	⁶⁵ Zn	1,5865	1,7134
¹⁶ O	1,6487	1,6487	⁸² Br	1,5324	1,7739
¹⁷ O	1,6009	1,6979	⁸⁸ Sr	1,5401	1,7651
¹⁸ O	1,5596	1,7429	⁸⁹ Sr	1,5326	1,7736
¹⁸ F	1,6487	1,6487	⁹⁰ Sr	1,5253	1,7821
¹⁹ F	1,6059	1,6927	⁹⁰ Y	1,5424	1,7624
²⁰ F	1,5683	1,7333	¹⁰⁷ Ag	1,5515	1,752
²⁰ Ne	1,6487	1,6487	¹²⁷ I	1,5179	1,7908
²¹ Ne	1,6099	1,6884	¹²⁸ I	1,513	1,7967
²² Ne	1,5755	1,7254	¹⁹⁷ Au	1,4933	1,8203
²² Na	1,6487	1,6487	¹⁹⁸ Au	1,4903	1,824
²³ Na	1,6133	1,685	²⁰⁴ Tl	1,4874	1,8275
²⁴ Na	1,5814	1,7189	²⁰⁶ Pb	1,4889	1,8257

²³ Mg	1,685	1,6133	²⁰⁷ Pb	1,4861	1,8292
²⁴ Mg	1,6487	1,6487	²⁰⁸ Pb	1,4832	1,8327
²⁵ Mg	1,6161	1,682	²⁰⁹ Bi	1,4875	1,8274
²⁶ Mg	1,5865	1,7134	²¹⁰ Bi	1,4847	1,8308
²⁷ Mg	1,5596	1,7429	²¹⁰ Po	1,4918	1,8221
²⁶ Al	1,6487	1,6487	²²² Rn	1,4731	1,8452
²⁷ Al	1,6185	1,6795	²²⁶ Ra	1,4761	1,8416
²⁸ Al	1,5909	1,7087	²³² Th	1,4739	1,8442
²⁸ Si	1,6487	1,6487	²³³ Th	1,4715	1,8473
²⁸ Si	1,6205	1,6774	²³⁴ U	1,4817	1,8346
³⁰ Si	1,5947	1,7046	²³⁵ U	1,4792	1,8377
³¹ Si	1,5708	1,7305	²³⁶ U	1,4767	1,8407
³⁰ P	1,6487	1,6487	²³⁸ U	1,4719	1,8468
³¹ P	1,6223	1,6755	²³⁹ U	1,4695	1,8498
³² P	1,598	1,7011	²³⁸ Pu	1,4843	1,8313
³² S	1,6487	1,6487	²³⁹ Pu	1,4819	1,8344

Виявивши закономірності, що відповідають правилу “золотого перерізу”, учні повинні розрахувати середнє значення математичної комбінації $e^{Z/A}$, що складає 1,5827; а також середнє значення математичної комбінації $e^{N/A}$, що становить 1,7222.

Учні наочно переконуються, що справжнє дійсне значення числа “золотого перерізу” міститься між отриманими середніми значеннями. Близькість отриманих результатів для обох комбінацій, можна пояснити тим, що в стабільних ядрах кількість протонів приблизно дорівнює кількості нейтронів.

Аналізуючи отримані числові дані, у цій програмі під керівництвом вчителя учні будують порівняльні графіки функцій прямої “золотого перерізу” та співвідношень $e^{Z/A}$, $e^{N/A}$ у залежності від числа протонів Z, нейтронів N та масового числа A (Рис.1-6).

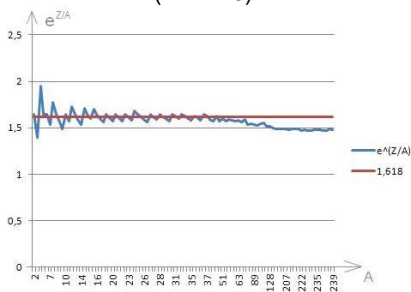


Рис. 1. Порівняльний графік функцій прямого “золотого перерізу” та співвідношення $e^{Z/A}$ у залежності від масового числа A

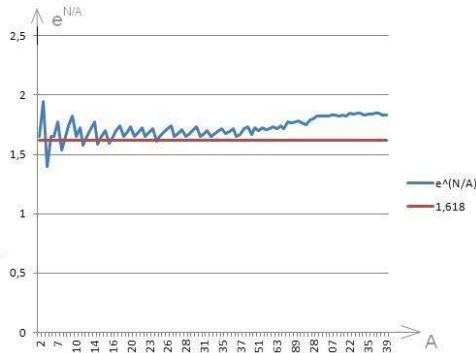


Рис. 2. Порівняльний графік функцій прямого “золотого перерізу” та співвідношення $e^{N/A}$ у залежності від масового числа A

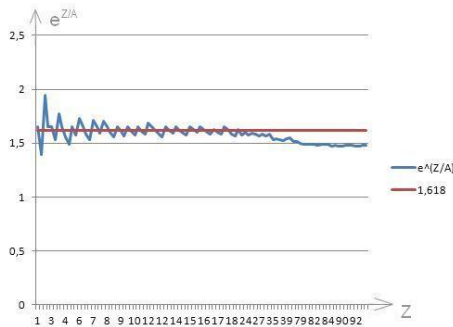


Рис. 3. Порівняльний графік функцій прямого “золотого перерізу” та співвідношення $e^{Z/A}$ у залежності від числа протонів Z

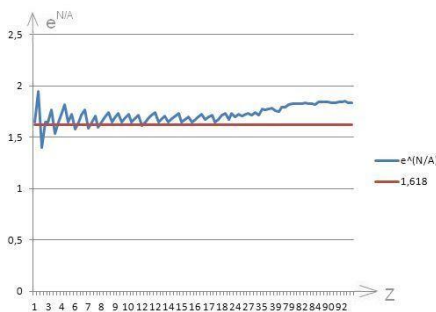


Рис. 4. Порівняльний графік функцій прямого “золотого перерізу” та співвідношення $e^{N/A}$ у залежності від числа протонів Z

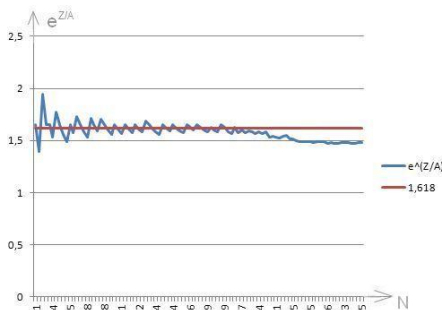


Рис. 5. Порівняльний графік функцій прямого “золотого перерізу” та співвідношення $e^{Z/A}$ у залежності від числа нейтронів N

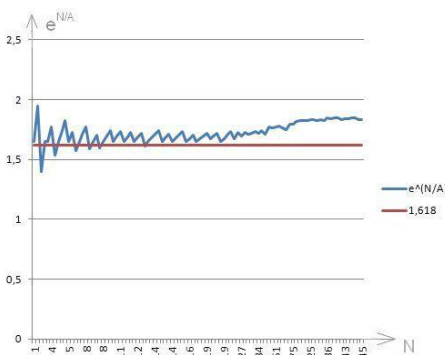


Рис. 6. Порівняльний графік функцій прямого “золотого перерізу” та співвідношення $e^{N/A}$ у залежності від числа нейтронів N

На основі аналізу графіків учні роблять висновок, що найбільш вдалим співвідношенням є залежність $e^{Z/A}$. Винятками є нукліди ${}^3\text{H}$, ${}^3\text{He}$, ${}^{39}\text{K}$ і всі нукліди, що мають масове число від 40. Також із отриманих даних можна звернути увагу учнів на результат для виразу: $\frac{A}{\sqrt{Z \cdot N}}$. Його

значення змінюється в межах значення від 2 до 2,121320344. Це доводить твердження про стабільність рівномірного розподілу протонів Z та нейтронів N у співвідношенні масового числа A у ядрі.

Висновки. Запропонований нами алгоритм виявлення закономірностей між протонно-нейтронним складом ядер дозволяє сформулювати в учнів навички аналізу отриманих даних та встановлення закономірностей між фундаментальними фізичними та математичними константами. Наочно виявлений “золотий переріз” у співвідношенні $e^{Z/A}$ для нукліду ${}^{27}\text{Al}$ підтверджує взаємозв'язок між фундаментальними математичними константами і розподілом протонів та нейтронів в атомі. Це дозволяє реалізувати міжпредметні зв'язки на уроках фізики.

Перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження полягають у розробці алгоритму пошуків інших закономірностей та співвідношень між фізичними та математичними величинами з інших розділів шкільного курсу фізики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горобець Б. С. Мировые константы π и e в основных законах физики и физиологии / Б.С. Горобець // Наука и жизнь. – 2004. – №2. – С. 64 – 69.
2. Спажакин В. А. “Золотое сечение” в физике / В.А. Спажакин, П.В. Короленко, С. Н. Маркова // Учебно-методическая газета “Физика”. – Издательский дом “Первое сентября”. – 2010. – № 13 (908) 1 – 15 07. – С. 3–3.
3. Будний Б. Є. Теоретичні основи формування в учнів системи фундаментальних фізичних понять: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д. пед. наук : спец.13.00.02 “Теорія і методика навчання (фізика)” / Б.Є. Будний. – Київ, 1997. – 51с.
4. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе / А. И. Бугаев. – М. : Просвещение, 1981. – 288 с.
5. Гончаренко С. У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики / С. У. Гончаренко. – К. : Рад. шк., 1990. – 208 с.
6. Ляшенко О. І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи : логіко-дидактичні основи / О. І. Ляшенко. – К. : Генеза, 1996. – 128 с.
7. Садовий М. І. Про деякі аспекти формування світогляду І. Є. Тамма / М. І. Садовий, О.М. Трифонова // Наукові записки КДПУ. Серія: Педагогічні науки / ред. В. В. Радул [та ін.]. – Кіровоград : КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – Вип. 97. – С. 20-24.
8. Иродов И.Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. – 1-е изд. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1979. – 368 с.

Стаття надійшла до редакції 05.11.2016