

Междупредметна връзка физика – биология: йерархична класификация на фундаменталните частици

Обикновено междупредметните връзки физика – биология се разглеждат на сравнително елементарно равнище: в часовете по биология чрез физичните знания се обяснява функционирането на системи от различни нива в живите организми, а в часовете по физика, за да се илюстрират проявите и закономерностите на физичните явления, се използват примери от биологията. И физиката, и биологията обаче са природни науки, поради което съществуват редица сходства в структурата на установените от тях знания, сходства в методите на изследване и т.н. Тези сходства може да послужат, за се установят междупредметни връзки на по-високо, понятийно и структурно равнище с цел да се повиши ефективността на учебния процес както по единия, така и по другия предмет.

И в двете науки например се прилага методът за класифициране на изучаваните обекти по различни признаци (пред чуждицата *класифициране* биолозите като че ли предпочитат термина *групиране*). По физика класифицираме видовете движения, различните сили, веществата според различни техни свойства, техните състояния, класифицираме небесните тела, звездите и т.н., и т.н. Тези класификации обаче са твърде прости от гледна точка на факта, че обикновено в тях липсва йерархична структура – понятията, включени в тях са от един и същ ранг, имат еднаква общност. Така например понятията *проводник*, *изолатор* и *полупроводник* са понятия от еднакъв ранг, въпреки че разпространението в природата на трите вида вещества може да е съвсем различно.

Разглеждайки понятийните системи във физиката и биологията от този ъгъл, не може да не отбележим, че в обучението по биология още от първата година (т.е. – от 7. клас) се използва една далеч по-сложна класификационна система с йерархична структура, която до голяма степен определя и структурата на учебното съдържание по този предмет в средното училище. И точно този факт позволява да установим нова междупредметна връзка, като изученото по биология се прилага за систематизиране на определен кръг знания по физика.

Действащият засега Стандарт IV.4 от ДОО за учебно съдържание по физика и астрономия изисква ученикът да „има представа за съвременната класификация на фундаменталните частици”. В изпълнение на това изискване Учебната програмата по физика и астрономия за общозадължителна подготовка в 10. класⁱ предвижда запознаване с деленето на фундаменталните частици на две групи: на лептони и кварки, а освен тези две като нови понятия са посочени мезоните и барионите. Още по-задълбочено изучаване на този материал се предвижда в програмата за профилирана подготовка в 12. класⁱⁱ, в която заради изучаването на четирите фундаментални взаимодействия се предвижда запознаване и с техните носители (глуони, фотони, W^\pm , Z^0 и гравитони). Най-пълно съвременната класификация на фундаменталните частици е представена в теми 13. и 14. от учебника за 12. класⁱⁱⁱ. Може само да се съжалева, че тази класификационна схема не стига до тези, които ограничават обучението си по физика до равнището на общозадължителната подготовка в 10. клас. Именно

разнообразието на свойства и характеристики в света на фундаменталните частици като че ли предоставя най-богати възможности за изграждане на една йерархична схема, подобна на използваната в часовете по биология.

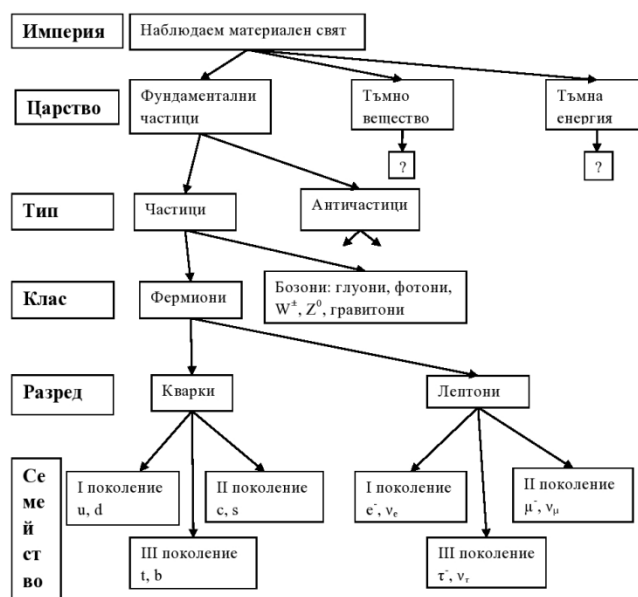
Основание да търсим такава схема е фактът, че когато към един методичен проблем (в случая – проблемът за изграждане на представа за класификацията на фундаменталните частици) се осигурят различни гледни точки, това облекчава неговото решаване. В случая удобна възможност за нов поглед към въпросната класификация осигуряват знанията, които до 10. клас учениците са усвоили в предмета биология и здравно образование. Още в 7. клас учебната програма^{iv} по този предмет предвижда запознаване с основните таксономични категории в петцарствената система за групиране на организмите (Предядрени едноклетъчни, Същинскоядрени едноклетъчни, Растения, Гъби и Животни). По-нататък, в програмата за 8. клас^v се предвижда ученикът да може да „Назовава в йерархична последователност таксоните, в които е класифициран човекът.“, т.е. да указва към кое царство, тип, клас, разред и вид принадлежи човекът^{vi}.

Всичко това подсказва, че в 10. клас от изученото по биология учениците вече имат представа за принципите, върху които се изгражда една йерархична класификационна схема. Целта ни е да покажем, че същите принципи са приложими и за систематизиране и обобщаване на изученото по физика, като за по-ясно изтъкване на аналогията използваме същите таксони, каквито използват и биолозите.

Един недостатък на изучаваната по биология систематика е липсата на таксона *империя*, който обхваща петте царства и представлява най-високото стъпало в йерархичния ред на организмите. Ако използваме този таксон и включим в съдържанието му целия наблюдаем материален свят, като допълнително предимство получаваме възможност в схемата да включим и такива нови понятия като *тъмно вещество* и *тъмна енергия* (фиг. 1). Те не са включени в цитираните учебни програми, но фигурират в проектите за нови програми по физика и астрономия, тъй като през последното десетилетие стана ясно, че играят съществена роля за разбиране на структурата на Вселената в най-крупни мащаби. По този начин получаваме не само класификационна схема на фундаменталните частици, но посочваме и тяхното място в съвременната физична картина за света.

В рамките на аналогията с биологията може условно да кажем, че **империята** на материята в наблюдаемата Вселената е разпределена в **три царства: царство на фундаменталните частици, царство на тъмното вещество и царство на тъмната енергия.**

За тъмното вещество и тъмната енергия не знаем почти нищо извън факта, че съставят над 95 % от Вселената. Не знаем дори дали наистина следва да ги класифицираме като царства. За тяхното съществуване съдим по някои наблюдавани явления, които засега не можем да обясним по друг начин. (Такова явление например е **ускореното** разширяване на Вселената, което отдаваме на съществуването на тъмна енергия и за чието откритие бе присъдена Нобеловата награда за физика през 2012 г.)



Фиг. 1.

Измежду трите царства най-добре е изучено царството на фундаменталните частици. Неговите представители изграждат изучавания с нашите сетивни органи и с експерименталните ни апаратури свят. Теорията, с която описваме класификацията, свойствата и взаимодействията на представителите на това царство, наричаме Стандартен модел, а като *фундаментални* разглеждаме онези частици, чиято вътрешна структура (ако имат такава) е неизвестна: смятаме ги безструктурни, точкови обекти и всичко, което знаем за тях, се свежда до набор от няколко опитно определени характеристики (например маса, спин, електричен заряд, лептонен заряд, барионен заряд и др.). Тези характеристики определят способността на частиците да участват в познатите четири вида фундаментални взаимодействия: силно, електромагнитно, слабо и гравитационно.

В царството на фундаменталните частици съществуват два огледално симетрични типа: **частици** и **античастици** (на приложената графична схема огледалната симетрия е само загатната). Разликата между тях е единствено в знаците на зарядите им. Например, ако барионният заряд на една частица е положителен, знакът на нейната античастица е отрицателен.

Следващият таксон в таксономията на биолозите е **клас**. По аналогия и двата типа – и частиците, и античастиците, съдържат по два **класа**: **клас на фермионите** и **клас на бозоните** – техните представители се различават по това, че спинът на първите се изразява с полуцяло число, а на вторите – с цяло число. Всъщност именно фермионите изграждат веществото, а бозоните само осъществяват връзките между фермионите. Към бозоните принадлежат споменатите вече по-горе фотони, гравитони, глюони и W^\pm, Z^0 -частици – носителите на четирите фундаментални взаимодействия.

Класът на фермионите съдържа два **разреда**: **разред на кварките** и **разред на лептоните**. Принципната разлика между тях е една: лептоните не участват в силното взаимодействие.

От своя страна лептоните се делят на три **семейства**, които обаче във физиката имат свое специфично название – **поколения**: *първото* поколение включва електрона и електронното неутрино, *второто* – мюона и мюонното неутрино и *третото* – тауона и тауонното неутрино. Всяко поколение се характеризира със свой лептонен заряд

(съответно електронен, мюонен и тауонен заряд), който се запазва във всички познати реакции.

Разредът на кварките от своя страна също се дели на три **семейства**, които съдържат по два кварка, като тези семейства също се наричат **поколения**: към първото поколение принадлежат *u*- и *d*-кваркът, към второто *c* с *s*, а към третото *t* и *b*. (Вж. приложената в края схема.)

Разбира се, тази класификация може да се продължи и детайлизира, като обхване и други характеристики на частиците (аромати, цветове), а за целта се използват таксоните род, вид и т.н. По-нататък може да се мисли за включване в схемата и на частиците, които днес наричаме елементарни (адрони, бариони, мезони, нуклони и т.н.) и да вървим нататък към следващите стъпала в организацията на материята. По този път обаче не бива да забравяме „*змията на Глешоу*”^{vii}, която си е захапала опашката и която илюстрира една основна разлика между класификацията в биологията и класификацията във физиката.

Използването на биологичната таксономична схема за целите на обучението по физика не е без недостатъци. Преди всичко схемата е двумерна, плоска, а този факт поставя някои проблеми. Така например не е очевидно кое деление на частиците би следвало да бъде поставено на по-високо стъпало в йерархичния ред: дали делението на частици и античастици, или делението на бозони и фермиони. В известен смисъл те са равноправни и дилемата би могла да се реши с „излизане в тримерното пространство” – нещо, което очевидно е неоправдано от гледна точка на изискванията на дидактиката. Смятаме обаче, че в рамките на допустимото опростяване този проблем би могъл да се отмени с мълчание.

Съществуват и терминологични проблеми. Така например у нас е добил гражданственост терминът *антиматерия*. Доколкото тук терминът *материя* е използван като понятие от най-висок ранг, като категория, включваща всичко, което изучаваме, дотолкова място за антиматерия няма (в този случай би следвало да говорим за антивещество). Други проблеми възникват от различния смисъл, който се влага в термина материя в българския език и в английския (в който *matter* обикновено се употребява като синоним на вещество – *substance*). Оттук например и употребата у нас както на *тъмна материя*, така и на *тъмно вещество* и т.н.

Очевидно е, че предложеният модел не заменя традиционната класификационна схема в света на фундаменталните частици (вж. цитирания учебник за 12. клас, с. 172). Както бе отбелязано, той само предлага друг поглед към нея и в известен смисъл я допълва, представлява нейна помощна алтернативна версия. Предполагаме, че използването в часовете за систематизация и обобщение на окачено на стената табло със схемата (или прожектирането ѝ върху екран) би внесло по-голям ред в представите за структурите от различен ранг в заобикалящия ни свят, а с това – и до по-добро постигане целите на обучението.

i

https://docs.google.com/viewer?url=http://www.minedu.government.bg/opencms/export/sites/mon/top_menu/general/educational_programs/10klas/fizika_10kl.pdf

ii

https://docs.google.com/viewer?url=http://www.minedu.government.bg/opencms/export/sites/mon/top_menu/general/educational_programs/12klas/fizika_12kl.pdf

ⁱⁱⁱ **Попов Хр., Ив. Лалов, М. Матеев и др.** Физика и астрономия за 12. клас, профилирана подготовка, Просвета, София, 2002, с. 172.

iv

https://docs.google.com/viewer?url=http://www.minedu.government.bg/opencms/export/sites/mon/top_menu/general/educational_programs/7klas/biology_7kl-expanded.pdf

v

https://docs.google.com/viewer?url=http://www.minedu.government.bg/opencms/export/sites/mon/top_menu/general/educational_programs/8klas/biology_8kl.pdf

^{vi} Ще си позволя да изкажа лично мнение относно целесъобразността от въвеждане на подробната таксономия още в 7. клас. Предполагам, че интелектуалното развитие на 13–14 годишните деца не е още на достатъчно високо равнище, за да схванат принципите на класификацията. Опасявам се, че всичко може да се сведе само до наизустяването на таксоните с неизбежно следващите го признаци на претоварване. Дали това предположение е вярно може да покаже само практиката (не познавам резултатите от външното оценяване по биология в 7. клас).

^{vii} **Голев В.** Астрономия, 11. клас, учебно помагало, Просвета, София, 2004. (Вж. също учебника за 12. клас, с. 297.)