

**“Физическият минимум” – кои проблеми на физиката и астрофизиката
изглеждат особено важни и интересни в началото на XXI век
В. Л. Гинзбург¹**

Ако става дума за физиката, в последно време аз отделям все повече внимание на определена образователна програма, условно наречена “физически минимум”. Тъй като на Нобеловите лекции, доколкото съм осведомен, присъстват много млади хора, реших тук да се спра на този “физически минимум”. Мисля, че за младите хора това ще бъде по-интересно, отколкото да слушат за това, което се е правило преди още да бъдат родени.

Физиката, особено в отминалото столетие, се развиваше бурно и плодотворно. Лицето ѝ се измени радикално в рамките на само един човешки живот. Например, неутронът и позитронът бяха открити през 1932 г., когато аз бях вече 16-годишен. А какво представлява съвременната физика без неутрони и позитрони? В резултат на толкова стремителното развитие физиката и прилежащите ѝ области (например астрономията) се разшириха колосално както по фундаментално съдържание, така и по обема на съпътстващата информация.

Ако до неотдавна би могло да се опираме на изискването “да се знае по нещо за всичко и всичко за едно нещо”, то, както ми се струва, това е вече невъзможно. Във всеки случай заедно с това мен ме поразява и подтиска, когато млад физик (а понякога и не много млад) се ограничава със знанията в “своята” област и не е осведомен, дори и в най-общи черти, за състоянието на физиката в цялост, за нейните най-“горещи” точки.

Това положение не може да се оправдае с твърдения, че във физиката вече няма ядро, че тя стана необозрима. Напротив, във физиката има (може би – все още има) напълно определено ядро – това са фундаменталните понятия и закони, формулирани в теоретичната физика. На основата на теоретичната физика, изучавана още на студентската скамейка, може да се разбере цялата съвременна физика или, по-точно, да се разбира за какво става дума в цялата физика, да се ориентираме в ситуацията. Същевременно всеки физик трябва наред с теоретичната физика да знае и немалко факти от различни области на физиката, да знае и за най-важните нови постижения.

Наред с това, в Русия ние обичаме да цитираме един измислен персонаж – Кузма Прутков, който, в частност, е казал: “Не е възможно да се обзере необозримото”. И така, необходимо е да се избере нещо. Ето защо аз тръгнах по следния път: съставих “списък” на особено важните и интересни проблеми. Очевидно е, че всеки такъв “списък” не може да няма субективна окраска. Ясно е и това, че “списъкът” трябва да се променя с течение на времето. Накрая ясно е и това, че всички въпроси, не включени в “списъка”, по никакъв начин не могат да се смятат за не важни или не интересни. Просто много от тях ми се струват по-малко актуални в даден момент време. Отново “не е възможно да се обзере необозримото”. Онези, които знаят важни и интересни неща, останали

¹ Предлагаият материал е съкратен превод от шестата, последна част на Нобеловата лекция, изнесена от В. Л. Гинзбург на 8. декември 2003 г. в Стокхолм. Лекцията е озаглавена “За свръхпроводимостта и свръхфлуидността (какво успях да направя и какво не успях), а също така за “физическият минимум” в началото на XXI век”. Първите ѝ пет части са съответно: 1. Въведение; 2. Кратка история на дейността ми в областта на свръхпроводимостта до създаването на високотемпературните свръхпроводници; 3. За високотемпературните и стайнотемпературните свръхпроводници; 4. Термоелектрически явления в смръхпроводящото състояние; 5. Работи в областта на свръхфлуидността, Ψ-теория на свръхфлуидността.

извън “списъка”, нямат причина да се обиждат и трябва само да допълнят или изменят “списъка”. Аз само предлагам определен набор от въпроси, за които, според мен, всеки физик трябва да има макар и бегла представа. Очевидно по-малко тривиално е твърдението, че това въобще не е толкова трудно, както може да се стори на пръв поглед. Мисля, че за постигането му е достатъчно време, колкото употребява един добър студент да се подготви за изпит, примерно, по електродинамика. Именно запознаването с всички въпроси, включени в “списъка”, аз наричам “физически минимум”. Разбира се, този “минимум” и названието му са отглас от “теоретичния минимум”, предложен от Л. Д. Ландау през 30-те години на миналия век. Тук обаче има един съществен момент: по електродинамика (или по другите предмети на университетския курс) има немалко превъзходни учебници, измежду които аз на първо място поставям съответния том от “Курса по теоретична физика” на Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц. За запознаване с “физическия минимум” на начинаещия трябва да се помогне. На тази цел служиха и, надявам се, служат както съставянето на самия “списък”, така и коментарите към него.

През 1995 г. в руското издание на книгата ми *О физике и астрофизике* (М., Бюро Квантум) аз можах да направя такива достатъчно подробни коментари. В началото на книгата ми *О науке, о себе и о других* (М., Физматлит, 2003) също има статия, посветена на “физическия минимум”. Изобщо казано, ако предложението да се използва и развива “физическият минимум” срещне подкрепа, трябва да се появят нови книги на тази тема. За съжаление, това вече не е моя задача.

В рамките на настоящата лекция на мен ми остава само да припомня известната поговорка: “Единствен начин да се разбере какъв е пудингът е да се изяде.” и да приведа споменатия “списък” към началото на XXI век.

1. Управляем термоядрен синтез.
2. Високотемпературна и стайнотемпературна свръхпроводимост.
3. Метален водород. Други екзотични вещества.
4. Двумерна електронна течност (аномален ефект на Хол и някои други ефекти).
5. Някои въпроси от физиката на твърдото тяло (полупроводникови хетероструктури, квантови ями и точки, преходи метал – диелектрик, вълни на зарядовата и спиновата плътност, мезоскопия).
6. Фазови преходи от втори род и сродните им. Някои примери за такива преходи. Охлаждане (в частност – лазерно) до свръхниски температури. Бозе – Айнщайнова кондензация в газове.
7. Физика на повърхността. Кластери.
8. Течни кристали. Сегнетоелектрици. Феротороиди?.
9. Фулерени. Нанотръбички.
10. Поведение на веществото в свръхсилни магнитни полета.
11. Нелинейна физика. Турбулентност. Солитони. Хаос. Странни атрактори.
12. Разери, гразери, свръхмощни лазери.
13. Свръхтежки елементи. Екзотични ядра.
14. Спектър на масите. Кварки и глюони. Квантова хромодинамика. Кварк-глюонна плазма.
15. Единна теория на слабото и електромагнитното взаимодействие. W^\pm - и Z^0 -бозони. Лептони.

16. Стандартен модел. Велико обединение. Суперобединение. Разпад на протона. Маса на неутриното. Магнитни монополи.
 17. Фундаментална дължина. Взаимодействие на частиците при високи и свръхвисоки енергии. Колайдери.
 18. Нарушение на CP -инвариантността.
 19. Нелинейни явления във вакуум и в свръхсилни електромагнитни полето. Фазови преходи във вакуума.
 20. Струни. M -теория.
 21. Опитна проверка на Общата теория на относителността.
 22. Гравитационни вълни, детектирането им.
 23. Космологичният проблем. Инфлация. Λ -член и “квинтесенция”?
- Връзка между космология и физика на високите енергии.
24. Неутронни звезди и пулсари. Свръхнови звезди.
 25. Черни дупки. Космически струни (?).
 26. Квазари и галактични ядра. Образуване на галактиките.
 27. Проблемът за тъмното вещество (скритата маса) и неговото детектиране.
 28. Произход на космичните лъчи със свръхвисоки енергии.
 29. Гама-избухвания?. Хипернови?.
 30. Неутринна физика и астрономия. Осцилации на неутрино.

Разбира се, отделянето на 30 проблема (по-точно – точки в списъка) е крайно условно. Преди всичко някои от тях може да се разделят. В моя първи списък, публикуван през 1971 г., имаше 17 проблема. По-нататък броят им нарастна. Вероятно и сега към “списъка” може нещо да се добави, например въпросът за квантовите компютри и успехите в оптиката. Аз обаче вече не мога да направя това с достатъчно разбиране.

Без съмнение всеки “списък” не представлява догма, нещо може да се изхвърли, нещо може да се прибави в зависимост от интересите на лекторите и авторите на съответните статии. По-интересен е въпросът за еволюцията на “списъка” във времето по същество, тъй като това отразява развитието на физиката. В “списъка” от 1970-1971 г. на кварките бяха отделени само три реда при изброяване на опитите да се обясни спектъра на масите на частиците. Това не свидетелства за моята проникателност. Но нали тогава кварките бяха едва на 5 години (в смисъл на възраст на съответната хипотеза) и съдбата на представата за кварките наистина не беше ясна. Положението днес, разбира се, е съвсем различно. Наистина най-тежкият, t -кварк бе открит едва през 1994 г. (масата му, по данни от 1999 г. е $m_t = 176 \pm 6 \text{ GeV}$). В списъка от 1971 г. няма, естествено, откритите през 1985 г. фулерени, няма гама-избухвания? (първото споменаване за тях е публикувано през 1973 г.). Високотемпературните свръхпроводници бяха синтезирани през 1986 – 1987 г., но въпреки това този проблем се дискутира достатъчно подробно в списъка от 1971 г., тъй като той се обсъжда още от 1964 г.. Изобщо казано, за 30 – 35 години във физиката е направено немалко, но, според мен, появилото се съществено ново не е чак толкова много. Във всеки случай “списъците” от 1971 г. и от 2003 г., както и тук приведения в определена степен характеризират развитието и състоянието на физическата и астрофизическата проблематика от 1970 – 1971 години до днес.

Трябва да добавя, че във “физическия минимум” следва да се включат също така трите “велики” проблема на съвременната физика. Да се включат в смисъл, че те трябва някак си да бъдат открити, да бъдат специално обсъдени,

да се следи развитието в съответните направления. Малко по-подробно за това става дума в цитираната по-горе моя книга от 2003 г..

Сред “великите” проблеми на първо място стои въпросът за нарастването на ентропията, за необратимостта и “стрелата на времето”.

На второ място е въпросът за интерпретацията на нерелативистичната квантова механика и възможността да се узнае нещо ново дори в областта на нейната приложимост (лично аз се съмнявам в тази възможност, но смятам, че трябва да оставим очите си отворени).

На трето място е въпросът за редуциране на живота към неживото, т. е. въпросът за възможността да се обясни произходът на живота и на мисленето само на основата на физиката.

На пръв поглед изглежда, че не може да бъде по друг начин. Но докато въпросите не са изяснени, не може да има увереност в нищо. Мисля, че въпросът за произхода на живота би бил убедително изяснен само когато живо би било създадено “в епруветка” от неживо. Не е изключено това да се направи още това столетие. Но докато не е направено, въпросът е открит.

В заключение – още една бележка. И в миналото, а дори и в наши дни може да се срещне мнението, че във физиката вече почти всичко е направено. Като че ли в небето има само някои неясни “облачета”, които теориите скоро ще разчистят и ще възникне “теорията на всичкото” (theory of everything). Аз разглеждам подобни мнения просто като някаква слепота. Цялата история на физиката, в това число и днешното състояние на физиката и, в частност, на астрофизиката (включително космологията), ни убеждават в обратното. Според мен пред нас е безбрежно море от нерешени проблеми.

Остава ми само да завиждам на по-младите от присъстващите, които ще видят твърде много ново, важно и интересно.