

## Нови измерения в обучението Питър Роджерс<sup>1</sup>

Обучението по физика е тема, която е почти толкова голяма, колкото и самата физика, а по свой начин е дори и по-сложна. Въпреки че физичните закони са едни и същи в Белфаст, Болоня и Берлин, начините, по които се преподава физика в тези три града са много различни. Всъщност, съществуват големи различия в начините, по които физиката се преподава дори в различните краища на Обединеното кралство, тъй като учениците в Англия и Шотландия се обучават по съвсем различни образователни системи.

Друго усложнение произтича от факта, че физиката е само един от растящия брой предмети, които се изучават в училищата и университетите. То става важно, когато опитваме да решим някои специфични проблеми, като например недостига на учители. Физиците, които са привърженици на пазарното мислене, ще кажат, че на учителите по физика трябва да се плаща повече. Някои правителства вече предлагат финансови стимули на новите учители по природознание (science), но всички имат ясна представа за опасностите, които могат да се появят в учителската стая вследствие подобно деление в учителското съсловие.

Може би всяко обсъждане на обучението по физика следва да започне с въпроса: Защо трябва да преподаваме природознание и физика на всички? Този въпрос има много отговори. Едното разбиране е, че науката и технологиите стават все по-важни в световен мащаб, което означава, че е важно за всички граждани да бъдат в състояние да вземат обосновани решения. Отговорът на твърдоглавия бизнес е, че модерните икономики могат да бъдат успешни само, когато разполагат с работна сила, притежаваща солидни научни и технологични умения. Противоположно на това, сред обществото на физиците битова твърдението, че ние преподаваме физика, за да осигурим следващото поколение физици.

Фактът, че всички тези отговори са валидни, изправя пред нас друг проблем. Повече от половината от тези, които изучават физика на определено равнище, не я изучават на следващото равнище. Така например, болшинството ученици, които по физика вземат изпита за равнище А (A-level), в университета изучават други предмети. По същия начин след дипломирането си много физици не отиват да се занимават с изследователска работа или да работят в традиционните, основани на физиката производства (или, не дай си Боже!, да станат учители). За физиката е добре, че тя е като камък, стъпвайки на който човек може да премине реката, но същевременно това представя своите предизвикателства и пред онези, които я преподават. С две думи, обучението по физика трябва да включва нещо много повече от подготовка на следващото поколение физици.

Този спорен въпрос представлява сърцевина на дебата, с който стартира нашата специална книжка, посветена на обучението по физика. В материала “Следва ли физиката да бъде по-елитарна?” Марк Елсе обосновава твърдението, че физиката представлява елитарна дейност, която може да бъде разбрана само от малцина, докато Джонатан Осбърн контрира, че обучението по физика следва да е в състояние да развълнува всекиго.

<sup>1</sup> Авторът е редактор на сп. Physics World. Януарската книжка на списанието за 2004 г. е посветена на проблемите на обучението по физика. Представяме Ви съкратен превод на уводната статия на редактора и една дискусия между Дж. Осбърн и М. Елс, посветена на въпроса какъв трябва да бъде характерът на обучението по физика. (Бел. прев.).

Статиите, които следват, засягат различни проблеми, включително съвременните промени в начина, по който се преподава природознание на децата от критичната до 14-годишна възраст, опита на новите учители по природознание, влиянието на Болонската декларация за университетската физика в Европа и опитите за подготовка на доктори на науката за кариера извън академичните среди (вж. “Предизвиквайки следващото поколение”, “Обучение по природознание през 21. век”, “Назад към бъдещето”, “Една докторска степен е за цял живот”, “Преустройство на европейското образование”, “Изследванията по методика на обучението по физика – ключ към обучението на студентите”).

Необходимостта от създаване на курсове, които са едновременно и модерни, и подходящи, на всички равнища представлява голяма тема. Подходящите развития включват например използване на най-последните достижения на космологията, преподаване на фундаменталните сили или акустика, а също така изследване на стандартния начин на преподаване, по който сте обучавани и вие. Последната тема се разглежда в статията на Дерек Райн, който апелира към университетските си колеги навсякъде да се отворят към новите идеи в обучението. Подкрепа на този аргумент идва от статията на Лилиан Макдермот “Методиката на обучението по физика – ключ към ученето на студентите”, която съобщава твърде обезпокоителни факти относно ефективността на определени “традиционни методи” в университетите.

Повечето физици са пристрастени към своя предмет и имат положителни спомени от начина, по който са обучавани, но ние не трябва да затваряме очи за новите и по-добри методи за преподаване на физика.

### **ТРЕБВА ЛИ ФИЗИКАТА ДА БЪДЕ ПО-ЕЛИТАРНА?**

Дискусия между Марк Елсе и Джон Осбърн  
На страниците на сп. Physics World

**Марк Елсе:** Преди няколко години бях член на борда, който интервюира кандидатите за комисиите по изпитите за GCSE. На тези изпити, които включват физика, химия и биология, се явяват повечето 16-годишни ученици от Обединеното кралство, като се изключи Шотландия. За тези комисии кандидатстваха само химици и биолози, физици нямаше. Аз трябваше да се боря срещу убеждението на другите членове на борда, че д-р Х (както ще го наричам) е в състояние, както той твърдеше, да формулира няколко въпроса по физика.

- Д-р Х – попитах го аз – можете ли да ни поясните коя сила ускорява велосипеда напред?
- Силата, с която велосипедистът натиска педалите – отговори той.
- А в каква посока действа тя?
- Надолу.
- Добре, д-р Х, можете ли да ни обясните защо тази насочена надолу сила кара велосипеда да се ускорява напред?

На това място последва извинение, дълга пауза и накрая – проблясък:

- Силата на триене – каза кандидатът.
- Но, д-р Х – упорствах аз – в коя посока действа триенето?

В следващите няколко изречения д-р Х вече съвсем се забърка. Той знаеше, че “триенето действа в посока, обратна на движението”, но

недоумяваше как сила, която е насочена назад, може да ускори велосипеда напред. Другите членове на борда съобразяваха бавно, но не чак толкова – аз използвах случая да ги убедя, че е важно в комисията да бъде включен физик, който да подготви въпросите по физика. За съжаление обаче, това не винаги е така. Физическата част на много тестове се оценява от хора, които слабо разбират физиката, което води до постоянно влошаване на стандартите на училищната физика.

Думата “елитарен” има толкова отрицателен ореол, че ние често забравяме, че тя просто означава, че нещо е съществено за едно малко, добре образовано малцинство. А и в тяхното собствено поле, физиците представляват определен елит. Физиката представлява субект, който изисква определени умения, каквито мнозинството от хората не притежават. Понастоящем обаче този аргумент е ужасно не модерен. Въпреки че малцина биха твърдели, че всеки трябва да изучава интегрално смятане, да може да прави мозъчни операции или даже да инсталира газови уреди, упорито съществува странната представа, че всеки може да изучава и – мен ме побиват тръпки, като си помисля за това – даже да преподава физика. Подобна представа е явно абсурдна. По своята същност истинската физика ще си остане област на едно елитно малцинство.

**Джонатан Озбъри:** Преди много години, не само от чист интерес, аз взех магистърска степен по астрофизика. В един от курсовете по звезден нуклеосинтез на елементите научих следното, което Маркус Чоун уместно сумира в *New Scientist* (7 ноември, 1998 г., стр.62).

“Но ако всички тези примери за нашата връзка с космоса не ви впечатляват, вдигнете ръката си и я погледнете! Вие гледате плът, създадена от звезден прах! Желязото в кръвта ви, калцият във вашите кости, кислородът, който изпълва дробовете ви при всяко вдишване – всичко това е изпечено в огнените пещи дълбоко в звездите и изхвърлено в пространството, когато тези звезди остаряят и загинат. Всеки от нас е създаден, в буквалния смисъл на думата, на небесата.”

Докато аз съм съгласен, че по голямата част от знанията, които получих в онзи курс, не е достъпно за огромното множество от хората, тази идея – една от множеството удивляващи и чудни “приказки”, които ни разказва науката – е разбираема за повечето, ако не и за всички хора. Ето защо аз ще защитавам тезата, че съществуват няколко фундаментални проблеми пред цялото обучение по физика и природознание и които Марк Елсе смята, че са само за “елита”. Елитът фактически представлява една изчезваща група от индивиди (предимно мъже), които имат сила да упорстват, по-скоро въпреки, а не поради образованието, което са получили. Твърде голяма част от обучението по физика е не обучение, а по същество само тренировка.

Твоята теза, Марк, би отрекла цялото знание на най-добрите обяснения за материалния свят, които предлага физиката за всички – от простото обяснение на дъгата, до това, какво е началото на Вселената. Никоой никога не си е представял, че изучаването на английска литература трябва да бъде запазено само за онези, които са способни да разберат най-тънките нюанси на Чосер или на англо-саксонския английски. Напротив, чрез селективно изучаване на няколко подходящи книги, учителите по английски опитват да възпитат у учениците любов към езика и определено разбиране за културните достижения на големите писатели. Защо да не можем и ние да правим същото за физиката?

**М. С. :** Е, да – чудото на физиката! Но, Джонатан, надявам се да не възразяваш да покажа слабостите в модерните идеи, които представи ти. Да започнем с нещата, по които и двамата сме съгласни. Ние искаме всеки да се възхищава от красотата на физичния свят – образование заради себе си като част от нашата култура и заради обществената поддръжка за науката. Ние искаме също така достатъчен приток от учени както от практически съображения, така и за продължаване на тази важна страна на нашата култура.

Но ако ние, имайки предвид тези критерии, изследваме сега предлаганото обучение по физика, установяваме, че то се проваля гръмогласно. Всеобщото уважение към науката е постоянно ниско и броят на учениците, изучаващи физика на, например, равнище А, продължава да пада, въпреки че повече 18-годишни вземат равнище А, отколкото когато и да е преди. Голяма част от това е грешка на сегашните Национални Стандарти за наука, основани по същество на идеята, че всеки има правото на обучение по природните науки и всеки трябва да получи едно и също обучение. На практика това означава, че всички ученици са подложени на едно еднакво обръкращо обучение по физика.

В известен смисъл физиката започва с Декарт и с понятието за инерция – онзи заслепяващ проблясък на интуиция, че естественото състояние на движение е това с постоянна скорост. Тази мисъл трябва да е била чудесна изненада за него. Той попаднал на отговора на една мистерия – тайната е разкрита. Това се случва на един възрастен човек, който е възпитаван да мисли, че естественото състояние на движение на едно тяло е или кръговото, или закъснителното по права линия. Представете си колко развълнуван е бил, когато го е осенила новата идея – тичащ от възбуда да сподели с другите своето схващане.

Ние всички можем да си припомним своята възбуда, когато сме разнищвали мистерии, когато са били разкривани тайните на Вселената. Сега обаче те се тъпчат в главите на децата в една възраст, когато те просто не са в състояние да разберат тяхната стойност. Според Националните стандарти се предполага, че пет или шест годишните “ще бъдат учени да разпознаят, че когато телата се ускоряват, забавят или променят посоката си, съществува причина за това, например тласък или теглене.” По такъв начин преди децата да са подредили своите собствени наблюдения върху света, нашите стандарти пробват да им натъпчат в главите един сложен модел, който може да бъде оценен само от един малоброен елит.

Подобен опит е абсурд. След като учителят им каже, че “силата представлява нещо, което поддържа движението на телата”, повечето ученици в началното училище научават само, че науката е нещо обръкано. И само най-добрите ученици осъзнават, че най-обръкани са всъщност техните учители. Ние не успяваме да осъзнаем, че голямата част от физиката е достъпна само за малцина. Ние обезценяваме валутата чрез пръскането ѝ по случаен начин из нашите училища.

**Дж. О.:** Колко пъти теб, Марк, са те изправяли пред онзи ужасяващ въпрос: “И така, вие с какво се занимавате?” Той е ужасяващ, защото когато кажеш, че си физик или учител по физика, може да изпиташ едно дълбоко чувство на вътрешна паника, когато питащият започне да се рови в своите отдавна и бързо забравени спомени, за да намери нещо подходящо за казване. Преди да ги облекчите от тяхната мъка и тактично да промените разговора, почетените може на шега да припомнят спомените на Силвия Плат от нейния роман *The Bell Jar* “денят, когато влязох в час по физика, беше смърт...”.

Този резултат е продукт от онзи вид обучение по физика, на който си привърженик ти. Ето защо аз съм поласкан, че в процеса на щадене на бъдещите поколения от подобни преживявания, не искаш да подложиш всички на него.

Но за мен фундаменталният въпрос се включва в коментара на Томас Джеферсън: “Невежите никога не са били и няма да бъдат свободни.” Видът обучение по физика, на който си привърженик, държеше повечето хора в невежество по отношение на картината за материалния свят, която предлага физиката.

Противоположно на това, аз вярвам в една представа за обучението по физика, според която то може да предаде на мнозинството част от вълнението, което предизвиква физиката – независимо от това, дали става дума за причините за дъгата, или за проста картина за нашите знания за веществото. Младите хора имат право да им се предостави подобно мощно познание.

Точно толкова важно, колкото това, което знаем, е и откъде го знаем – това е един от непреодолимите фокуси на националните стандарти. Попитайте която и да е група от учители по природознание как сме разбрали, че смяната на деня и нощта се дължи на въртенето на Земята и вие веднага ще разкриете недостатъчността от обосноваване на техните собствени вярвания; аз рядко намирам повече от 10 %, които са в състояние да ми дадат едно от двете решителни доказателства за въртенето на Земята.

Що се отнася до разбирането на физиката, аз се боя, че смесваш причина със следствие. Да, беше въведен един Национален стандарт, да общественото отношение е много по-предпазливо спрямо науката и, да, имаше един спад в броя на учениците, които изучават физика на равнище А. Но няма доказателство, което да показва причинна връзка между тези факти.

Изследванията показват, че след пола, най-важният фактор, определящ отношението към училищната физика, е качеството на преподаването. Отговорът на твоя въпрос лежи както в качеството, така и в количеството на учителите по физика. Щом на учениците се дава правото да правят избор след 16-годишна възраст, което е резултат от множеството предмети, предлагани на равнище А, не е учудващ фактът, че учениците бягат от онова, което те схващат като “труден” предмет, както е с физиката.

**М. Е.:** Няма ли да бъде прекрасно, ако всички ние живеехме в един уютен свят, в който да учим физика още на майчините си колени, да преуспяваме на научна диета и да растем, за да бъдем знаещи и следователно свободни? Това е утопичен възглед. Той пренебрегва много от реалните проблеми, които стоят на пътя, както и много реални и практически ограничения, произтичащи от факта, че физиката е трудна.

Спомням си един урок, който наблюдавах по време на скорозна инспекция в училище. На него клас от 15 – 16 годишни ученици гледаше видео за полярните мечки. Те учеха, че полярните мечки са големи, с много подкожни тлъстини, с бяла козина за камуфлаж и, за да не им е студено. Материалът изглеждаше добре адаптиран за учениците. Само по-внимателното препитване на децата, обаче, разкри какво става в тяхното съзнание. На това равнище, те научиха твърде малко над онова, което знаят от началното училище: в края на краищата и едно осем годишно дете може лесно да разбере защо полярните мечки са дебели, бели и с дълга козина. Но това не е физика и никога няма да бъде. Ако запитате учениците за ролята, която играе площта на околната повърхност на мечките, повечето от тях ще бъдат напълно забъркани, защото те не виждат връзка между тази площ и необходимостта да се запазва

температурата на тялото. Сами потенциалните физици измежду учениците ще разберат смисъла на отношението между площ и обем.

Повечето от уроците по физика понастоящем са подобни на този, комбинации от начално училищно природознание и истинска физика. В лицето на смешната цел “физика за всички” количеството на истинската физика падна толкова много, че онова, което представлява “училищна физика” вече не е привлекателно за потенциалните физици. И, както винаги, онези, които не са я разбирали, никога няма и да я разберат. Подобно на мозъчната хирургия или теорията на числата, физиката винаги ще бъде елитна дейност и аз не се срамувам, че принадлежа на този елит.

**Дж. О.:** Марк, обучението по физика притежава три привидно противоречащи си цели, поради което се натъква на трудностите, които описваш. Първо, обучението по физика иска да ни предложи средствата, с които добиваме нашето собствено знание – това е истинското вълнение от физиката и ти можеш да го видиш в интереса на децата от началното училище и, понякога, в докторантите. За съжаление, периодът между двете изглежда е лишен от подобни преживявания.

Второ, обучението по физика се опитва да подготви следващото поколение от студенти, които желаят да станат учени – онова, което мисля ти чувстваш, че трябва да му бъде основна цел. Проблемът е там, че тази цел има твърде малко общо с образованието и е свързана изцяло с пред професионалната форма на обучение. В тази фаза обучаемият трябва да усвои определено количество недвусмислено и безспорно знание, което изисква големи и дисциплинирани усилия. В действителност, само определен процент от хората имат “достатъчно здрав стомах” за това – твоят елит. И ако ти искаш тъкмо това, аз съм съгласен – ние би следвало да учим на физика само онези, които желаят да учат, тъй като няма оправдание за преподаването ѝ на всички.

Накрая, нарастват очакванията обучението по природните науки да образова младите хора по отношение на физиката и науката, така че те да имат достатъчна основа от знания, която ще им даде възможност да се справят с политическите и моралните дилеми, пред които ни изправят новите научни достижения. В края на краищата демокрацията действа чрез решения на мнозинството по теми, които изискват все повече и повече знания.

Най-вече хората трябва да знаят не само някои технически знания за науката, но също да разбират как се постига научното знание, как се утвърждава и какви са свързаните с него рискове. Погледни само на абсурдните действия на много родители, които отказват на децата им да бъде дадена комбинирана ваксина срещу морбили, заушки и рubeола – предпочитайки вместо това ваксините да им бъдат давани поотделно. Така тези родители поставят децата си в увеличена опасност от инфекция с морбили или рubeола

Едно обучение по физика, което е обърнато към подобна съвкупност от знания, както ти е известно, ще бъде съвсем различно и по същество представлява нещо, което понастоящем се съдържа в новия курс Наука на 21. век. Аз бих убеждавал, че тъкмо това е видът от знания, от които се нуждае всеки, включително и твоят елит, който ще получи и своето специализиращо обучение, доколкото повечето учени са специалисти само в една много тясна област.

На края обаче, аз трябва да попитам как тази форма на обучение, чиито привърженик си, ще се защити от възгледа на Матю Арнолд – прочутият директор на Rugby School през 19. век. Той е вярвал, че предлагането на

обучение по науките като форма на образование ще даде като резултат “полезни специалисти”, но не и истински образовани хора. Век и половина по-късно вярвам, че ние можем да се съгласим с това.