

## **Разни Грешка, струваща 125 млн долара**

В случай, че ви се наложи да убеждавате учениците в необходимостта да се използват винаги едни и същи единици, може да се окаже полезно да припомните следния неотдавнашен случай.

През декември 1998 г. НАСА изстреля към Марс ракета, която трябваше да въведе в орбита около планетата спътник, снабден с апаратура за изследване на нейната атмосфера и климат. След приблизително 9,5 месеца, на 23 септември 1999 г., апаратът доближи планетата и бе включен основният двигател, за да се установи на планираната орбита. След като минава зад планетата обаче, апаратът престава да подава сигнали към Земята.

Анализът на причините за неуспеха показват, че всъщност при включване на двигателя космическият апарат е бил почти 100 км по-близо до планетата, отколкото се предполагало. Затова маневрата с двигателя вместо да го стабилизира върху орбитата, предизвиква удара му в нейната повърхност.

По-нататъшният анализ за причината на това отклонение от 100 км разкрива нещо поразително. Оказва се, че от компанията Локхийд-Мартин, където следят действието на двигателите, изпращат в НАСА данните си в имперски единици – в мили и футове за разстояние и във фунтове за тягата на двигателя, докато специалистите на НАСА предполагали, че тези данни са в СИ ... . Това неразбирателство всъщност изпраща 125 млн долара в червените пясъци на марсианските пустини.

### **За необходимостта от обучение по природни науки**

Ето как К. Табор завършва статията си “Продължаващата приложимост на логическото мислене” в сп. *Physics Education*:

“...и въпреки всичко, вероятно най-силният аргумент в полза на практическото значение на физиката за всекидневния живот е все пак подготовката за използване на ясно и логично мислене: Развиване на способност за проучване на следствия, създаване на системи, задоволяване на отнапред формулирани потребности и вземане на рационални решения.”

В края тя цитира друга статия в същото списание от П. Ейди и М. Шейър:

“...сред предметите в училище именно природознанието (и може би специално физиката) има уникалната възможност да подпомага развитието на мисленето на по-високи равнища.”

### **Лъчепоглъщане**

Забелязали ли сте колко бързо прегарят филийките в тостера, ако не го изключите (или той не се самоизключи) навреме? В началото те се загреват относително бавно, но после някак много бързо почерняват.

Причина за това не е бавното загряване на нагревателните елементи на тостера. Филийките се загреват чрез лъчепоглъщане (в тостера топлопроводността и конвекцията играят малка роля). Светлата повърхност на филийката в началото добре отразява попадналите върху нея топлинни лъчи и затова хлябът се затопля бавно. С потъмняване на повърхността тя поглъща все по-голяма част от падналото върху нея лъчение, нагряването и почерняването се ускоряват, а с това и скоростта на поглъщането расте и т.н. Процесът се самоускорява. Когато повърхността на филийката стане черна, тя поглъща почти цялата паднала върху нея енергия, температурата рязко се повишава дотолкова, че филийката може да се подпали.

### Как да демонстрираме действието на камерата та Уилсън

Налейте в пластмасова бутилка около една супена лъжица вода. Запалете кибритена клечка, изчакайте да се разгори добре и я пуснете в бутилката, като веднага завъртите плътно капачката. Стиснете с ръце няколко пъти бутилката – ще забележите, че когато освобождавате свитата бутилка, в нея се появява облаче, което изчезва при следващото свиване.

Облачетата се образуват, когато водните пари в бутилката се охладят дотолкова, че станат преситени – тогава те кондензират около частичките от дима, получен при горенето на кибритената клечка. Температурата на въздуха и на водните пари в бутилката се променя при стискането ѝ: когато я свием (процесът е адиабатен – за краткото време обмен на количество топлина с околната среда не може да се осъществи) температурата расте, водните капчици, образувачи облачето се изпаряват, и то се разнася. Обратно – при рязко отпускане на бутилката температурата в нея спада, водните пари кондензират и облачето се появява отново.

Разликата между тази демонстрация с бутилката и изобретената през 1911 г. от Чарлз Уилсън камера освен в размерите е и в това, че в камерата кондензационни ядра са не частички дим или пращинки, а йоните, образувани при преминаване на заредена частица през наситените водни пари.

По идея, описана в *The Physics Teacher* (2005)

### За разликата между наука и мистика

В своята книга *Науката – една история* авторът Джон Грибин пише:

“Един от най-странните аргументи, които съм срещал, и които очевидно се изтъкват сериозно, е, че използването на термин като “гравитация” за описване на причината за падането на една ябълка от дървото е не по-малко мистично от призоваването на “божията воля” за описание на явлението, тъй като думата гравитация е само един етикет. Това наистина е така, както е истина, че думите “Петата симфония на Бетовен” не са музика, а само етикет за обозначаване на едно музикално произведение, и за обозначаване на това произведение може да се използва и друг етикет – например кода на буквата V в азбуката на Морз. Учените добре разбират, че думите са просто етикети, които използваме за удобство и, че една роза ще разпръсква аромата си, независимо от това, как я наричаме. Тъкмо по тази причина те произволно избраха една безсмислена дума – кварк, за обозначаване на една от фундаменталните частици и използват названията на цветовете (червен, зелен, син) за идентифициране на различните видове кварки. Те в никой случай не предполагат, че кварките са цветни в обикновения смисъл. Разликата между научното и мистичното описание на падането на една ябълка е в това, че независимо от това, как ще наречете явлението, в научни термини то може да бъде описано от точен закон (в случая – закона за обратната пропорционалност на квадрата от разстоянието) и, че същият закон може да се приложи и за движението на Луната около Земята и за всички тела във Вселената. За един мистик не съществува причина, поради която трябва да се очаква връзка между начина, по който пада ябълката и, например, движението на една комета към Слънцето. Но думата “гравитация” е само един съкратен израз на цялата съвкупност от идеи, включени в Нютоновите *Принципи* и в Айнщайновата обща теория на относителността. Думата “гравитация” извиква в съзнанието на един учен пъстър гоблен от идеи и закони, по същия начин, по който думите “Петата симфония на Бетовен” извикват в съзнанието на един диригент на симфоничен оркестър едно богато музикално преживяване. Не е важен етикетът, а криещият се зад него

универсален закон, придаващ на науката силата да предсказва. Ние можем убедено да твърдим, че планетите (и кометите), обикалящи около другите звезди, се подчиняват на същия закон за обратната пропорционалност на квадрата от разстоянието, независимо от това, дали ще припишете този закон на гравитацията” или на “божията воля”. И ние можем да бъдем уверени, че всички интелигентни същества, които евентуално населяват тези планети, изучавайки движенията, биха установили същия закон, въпреки че несъмнено ще го нарекат с име, различно от това, което използваме ние.”

John Gribin, *Science A History, 1543–2001*, Penguin Books, 2003.

### **Една от разликите между науката и изкуството**

Съществена черта на научните теории е, че те са възможно най-универсални. В противен случай не би имало смисъл да се прави наука. Алберт Айнщайн (1879–1955) казва, че най удивителното нещо относно света е, че той е разбираем. С това той иска да каже, че няма априорна причина, поради която няколко универсални теории, изразени чрез кратки математични уравнения, да управляват Вселената. Именно универсалността прави науката приложима и следователно различна от изкуствата, от музиката. Вие не можете да “изведете” никакво следствие от Деветата симфония на Лудвиг Ван Бетовен; фактически вие дори не сте длъжен да ѝ се наслаждавате, и не бихте могли да направите това, ако сте израснали сред една култура с други музикални традиции. От Нютоновата механика обаче вие може да извлечете следствия, които да ви позволят да сковете рафт, да построите мост, или да проектирате космичен кораб. И същите закони се използват за сковаване на рафтове, за построяване на мостове и проектиране на космични кораби във всички култури.

От книгата на Моти Бен-Ари *Just a Theory*, Prometheus Books, Amherst, N.Y., 2005, стр. 18.

### **Данни, които можете да използвате в обучението**

Ето някои числа, които можете да използвате като примери при изучаване на въпросите за енергия, мощност, изпарение, топлообмен, за съставяне на задачи и т.н.

Енергията, която човек получава дневно чрез храната, е от 8 до 10 MJ. Това е енергията, съдържаща се в четвърт литър бензин – горе-долу толкова, колкото разходва един автомобил за 2 минути. Разделени на броя на секундите в денонощието, тези 10 MJ дават средна мощност 100 W, отделяна в организма.

Само малка част от тази енергия поддържа дейността на сърцето. Тази част може да се пресметне, като се отчете, че честотата на пулса е средно 1 Hz, а при всяко свиване сърдечният мускул изтласква примерно 0,1 l кръв, преодолявайки налягане от около 10 kPa.

Въпросните 100 W се отделят в околното пространство като количество топлина главно посредством лъчеизпускане и конвекция. При извършване на механична работа КПД на човека е примерно 25%, т.е. ако механичната мощност е 100 W, общата мощност е 400 W, от които 300 W е количеството топлина, което трябва да се отдава всяка секунда, за да се поддържа температурата на организма около 37 °C.

Тъй като количеството топлина, отдавана чрез конвекция и лъчеизпускане, не може да се увеличи драстично, за отделяне на топлината в този случай спомага изпарението на отделената от кожата пот. А за компенсиране на изпарената вода следва да се приемат течности. Лесно може да се пресметне, че за поддържане на количеството вода в организма постоянно, на всеки 100 W допълнително мощност трябва да се пие чаша вода всеки час (по-точно – 0,18 l/h).

Данните са от материал на Л. Херманс,

публикувани в *Europhysicsnews*, 34/4, 2003.

**За необходимостта от изучаване на квантова механика в училище  
(из интервю на известния специалист Антон Зайлингер за *Physics World*)**

Винаги съм твърдял и ще продължавам да твърдя, че децата трябва да се запознаят с квантовата механика от най-ранна възраст. Много ми се иска да срещна хора, които могат да ми помогнат за това. Разбира се, вие не можете да им говорите за квантови състояния и Хилбертово пространство, но един възможен път да се постигне това биха били компютърните симулации на квантови явления. Това би могло да бъде някаква игра, в която важат правилата на квантовата механика, а не на класическата механика. И ние бихме могли да видим дали децата са в състояние да играят тази игра, без да знаят какво се крие зад нея.

Аз също така си мисля просто да им се покажат на компютъра явленията, например като имитации на много прости експерименти. Може би ако децата играят с това, биха развили друг тип интуиция.

**Кои цветове са основни**

В сп. *The Physics Teacher* (април, 1998 г.) Л. Д. Уулф дава следното определение за **основни цветове** (т.е. критерии, които могат да се използват при избор на основни цветове). Основните цветове трябва да отговарят на две изисквания:

- да няма комбинация на два от основните цветове, която дава третия основен цвят;
- комбинациите от трите основни цвята да могат да възпроизведат по-голям брой цветове, отколкото всеки друг избор на три цвята за основни.

На тези два критерия отговаря **само** тройката *червен, зелен и син* цвят. Тази тройка се използва в цветната телевизия и в полиграфията. Художниците обаче избират като основни червения, жълтия и синия цвят.

**Lewis J. L.**, *Teaching School Physics*, Penguin Books – Unesco, London, 1972, p. 86.

“Все още могат да се посочат твърде много примери, когато физиката се представя като едно добре оформено тяло от знания, които са верни за вечни времена. Такъв подход пренебрегва факта, че физиката е растящ субект, живеещ върху неточни данни и временни теории, които постоянно се променя и развива в светлината на новите наблюдателни доказателства. Едно от най-важните неща е да убедим учениците, че нито една теория не е преживяла без промяна или замяна.”

“Разнообразието от термини внася объркване. Например ние имаме принцип на най-малкото действие, закон (или принцип) за запазване на енергията, втори принцип на термодинамиката, закони (уравнения или даже правила) на Кирхоф. А основните закони на електродинамиката наричат уравнения на Максвел. Освен това съществуват термини “закономерност”, “аксиома”, “постулат”, “теорема”, които също по някакъв начин се съотнасят към термина “закон”. Всичко това трябва ясно да се подреди в курса по физика. В частност, много е важно още в средното училище учащите се да се проникнат с доверие към тези закони, които образуват непоклатимата основа на теорията.”

**Гомоюнов К. К.** *О фундаментализации технического образования*, Вестник высшей школы, 4, 1989, с. 21.

“Аналогията, ако се отнасяме към нея с необходимата предпазливост, представлява най-простият и разбираем път от старото към новото; само не трябва да се забравя, че всяка аналогия, стига тя да не е физическо твърдение, има определени граници. Истински новото никъде не се съдържа в старото и, познавайки законите на природата, ние трябва да се научим да виждаме не само старото в новото, колкото новото в старото, разглеждайки последното като приближена форма на първото.”

**Френкелъ Я. И.** *Волновая механика*, Л.–М., 1933, с. 6.

**E. Nagel** в книгата си *The Structure of Science*, (Harcourt, Brace & World, Inc., N.Y., 1961) за разликата между експериментален закон и теория:

“Разликата между експериментален закон и теория не е рязка и не може да се формулира критерий, според който твърденията да се класифицират в тези две категории.” (с. 107)

“Когато един експериментален закон е обяснен от една теория и по такъв начин е вграден в рамките на нейните идеи, две характеристики остават в сила за закона. Първо, той запазва смисъла си, който може да бъде формулиран независимо от теорията. Второ, тъй като е основан на експериментални доказателства, той може да оцелее и след като теорията бъде отречена.” (с. 86)

### **Защо трябва да се учи физика:**

“Да навлезеш невъоръжен в един технологически сложен свят, без ни най-малкото разбиране на общите закони и фундаменталните принципи, които правят този свят възможен, означава да бъдеш толкова бос и безпомощен, колкото нашите палеолитни прадеди трябва да са били пред светкавиците и гръмотевиците.”

**Силверман М. П.**, *TPT*, 36, p. 288, 1998.

### **Какво е “простота”**

“когато един физик казва, че нещо е “просто”, това не означава задължително, че той мисли за него като за нещо лесно. Грубо казано, това означава, че математичните изрази не съдържат твърде много членове, че те притежават определена елегантност и, че могат да бъдат сведени до нещо по-дълбоко. “Прост” и “фундаментален” са много близки по смисъл, макар предположението, че което е фундаментално, то трябва да бъде и просто, и елегантно, не може да бъде нещо повече от въпрос на вяра. Някои физици казват, че когато не знаят какво да опитат по-нататък при търсене на фундаментални закони, те използват като ръководна нишка простотата и елегантността.”

*Physics' Teachers guide*, Unite 3, Nuffield Adv. Science, p. 33.

### **Кое е наука и кое – не е**

“Предсказанията на астрологията най-малкото могат да бъдат проверени, докато тези на теорията на суперструните не могат. Изглежда, че ако дефинираме като “наука” онова, което може да бъде обект на експериментална проверка, тогава астрологията е наука, а теорията на суперструните – не е.

Ясно е, че тук нещо не е наред. Ние трябва най-малкото да допуснем, че разликата между наука и псевдонаука не е така проста, както сме привикнали да мислим.”

**Morris R.**, *Doing Science*,  
Prentice Hall, N.Y., 1991

### **За разликата между работа и енергия**

Трудности при изясняване разликите между *работа*, *енергия* и *количество топлина* срещаме не само у нас. В нашето време на преход към пазарна икономика, когато

понятия като пари и плащане стават фамилиарни за децата далеч преди те да чуят за физика въобще, може би ще ви помогне за решаване на въпросния проблем наблюдението на М. Д. Елизе, който в сп. Phys.Ed. (28, 5, 1993, р. 266) отбелязва аналогията между пари и енергия, от една страна, и плащане, работа, количество топлина – от друга. Докато на съществителните *енергия* и *пари* не съответства глагол, на съществителните *работа*, *топлина*, *плащане* съответстват глаголите *работя*, *топя*, *плащам*. С други думи работа, топлина, плащане характеризират процес, действие (нали според граматиката глаголите изразяват действие или състояние!) В същото време енергия и пари – характеризират наличност. (Във физиката казваме, че енергията характеризира *състоянието* на една система, но в случая в този термин са влага смисъл, различен от смисъла, използван в граматиката, защото във физиката допуска количествена характеристика.)

И така, каквато е разликата между пари и плащане, такава е и между енергия и работа, или между енергия и количество топлина. И парите, и плащането се измерват с една и съща единица – левове, така както общата единица за енергия, работа и топлина е джаулът.

### Къде е Земята?

Слабата връзка между учебното съдържание по физика и заобикалящия ни свят е характерна не само за нашето обучение. Това личи от последния, станал вече доста популярен пример, приведен от Клифорд Шварц в статията му “Силни и слаби взаимодействия” (Am. J. Phys., 55, 5, р. 781). На дете, току що учило за Слънчевата система и което безпогрешно изрежда имената на планетите по реда на отдалечеността от Слънцето, върху вечерното небе показват Венера, Марс и Юпитер. Нямайки представа за връзката между добре научения урок и реалния свят, то задава въпроса: “щом това са Венера и Марс, защо между тях не се вижда Земята?”...

Какво не харесват децата в уроците по физика? Например следното.

След урока за свободно падане на телата и след като признава, че физиката ѝ е най-трудния и нелюбим предмет, ученичка заявява: ”Аз не обичам да ме принуждават да помня, че нещо, което пада право надолу, трябва да се представя с крива, която върви надясно и нагоре.” (Тя очевидно има предвид графиката на скоростта или на изминатия път при свободно падане като функция на времето.)

Из стат. на Д. К. Нахтигал *Какво не е наред в обучението на учителите по физика*, Eur. J. Of Phys., 11, 1990, 1–14.

П. Хюит: “Да се преподава физика “математически” е лесно, но ние правим грешка, предполагайки, че е лесно и да се учи тя “математически”. “

Am. J. Phys., 51, 4, 1983, р. 305.

### Алан Холден: Принцип на най-малкото знание:

“Ние научаваме само това, което ни е нужно, за да оцелеем, и забравяме всичко останало.”

Am. J. Phys., 36, 1968, р. 1082 .

### Какво означава образован гражданин

"Образованият гражданин трябва да има не само обща представа за съвременното знание за неживата и жива природа, но, по-важно, предразположение и способност

да формулира въпроси и да намира отговори. Той трябва да бъде в състояние да различава съществените доказателства, да прави количествени оценки на съотношения и мащаби и да мисли в разумно съответствие с обективната реалност. Методиката на обучението трябва да допринесе за развиване на този вид критичен, рационален подход към проблемите, а така също на умерено точно, но не детайлно разбиране на главните научни принципи и за методите и ограниченията на научната работа - онова, което тук наричаме научна грамотност – може да помогне на човек да разбере и се справи с много видове проблеми."

Am.J. Phys., 49 (8), 1981, p. 711.

Едно от условията, което психолозите сочат като необходимо за ефективна организация на учебния процес:

“Много важно е учениците да различават резултата от метода, с чиято помощ е получен този резултат. Затова, изучавайки някой закон, извеждайки формула, решавайки задача, трябва да направим така, че да ги приучим да виждат не само крайния резултат от работата (формулировка на закон, формула, отговор на задача), но и (при това на първо място) онзи общ прием, който е използван за получаване на резултата. Тогава за учениците отпада необходимостта да заучават формулировки и формули, защото те във всеки момент ще могат да възстановят забравеното с помощта на усвояния от тях общ метод или прием, отпада също така необходимостта от решаване на задачи по аналогия, която често подвежда.”

Фридман Л. М. *Новъй аспект педагогического мышления: главная цель – воспитание учащихся в процессе обучения*, Физика в школе, 3, 1989.

Една трета от жителите в Русия смятат, че Слънцето е спътник на Земята. Единадесет процента от жителите на РФ предполагат, че радиоактивното мляко става безопасно след преваряване, а 55 % са сигурни, че цялата радиоактивност на Земята е резултат от човешката дейност. Това са резултати от анкета на ВЦИОМ, проведена в Деня на руската наука и публикувани от Lenta.ru на 8. февруари, 2011 г.

### За единиците в СИ

Изборът на единиците в СИ по удивителен начин потвърждава казаното преди 25 века от Протагор, че “Човек е мярка за всички неща.” Наистина, всички единици са адаптирани към човека – неговите маса и размери, честотата на пулса му, телесната температура и др.п. характеристики се различават най-много с един – два порядъка от съответната единица.

Тъй като стойностите на различни величини, които характеризират природните обекти са в твърде широки граници, за удобното им изразяване с числа към съответната единица се добавят представки и така се образуват кратни и дробни единици. Обхватът на тези граници обаче непрекъснато се разширява. Така например преди 50 години, през 1961 г. Единадесетата генерална конференция по мерки и теглилки фиксира първата серия от имена и означения на представки за образуване на десетични кратни и дробни от единиците в СИ, които обхващат интервала от  $10^{-18}$  – ато, до  $10^{12}$  – тера. Този интервал покрива 30 порядъка (12 + 18).

По-късно нуждите на науката налагат интервалът да бъде разширен до 48 порядъка – официалната представка на най-малка дробна единица е йокто –  $10^{-24}$ , а на най-голямата – йота,  $10^{24}$ .

И този интервал обаче вече се оказва тесен за нуждите на науката – за сега неофициално той е разширен до 72 порядъка: представката за  $10^{-36}$  е удеко, а за  $10^{36}$  – удекта. (Вж. първата таблица във файла 37 tablici.pdf в папката obuchenie.)

Има ли процесът на добавяне на все нови и нови представки край? Едва ли има отговор на този въпрос. Вероятно величината, чиито стойности варират в най-широки граници, е масата. Би било удобно да се въведе префикс за маса от  $1 \text{ eV}/c^2$ , както и за общата маса на Вселената, която е  $10^{90}$  пъти по-голяма от  $1 \text{ eV}/c^2$ .

### Един необичаен аргумент в полза на делимостта на атомите

За учените от 19. век, които възприемали атомистичните идеи, атомите, в съответствие с названието, дадено им още от Демокрит (атом = неделим), представлявали **неделими** частици. Тази представа обаче водела до затруднения при разглеждане на топлинните явления като резултат от хаотичното движение на атомите. Наистина, какво става, когато два еднакви атома с равни по големина скорости при хаотичното си движение се сблъскат челно? По законите на механиката, преди да се разлетят, съществува момент, в който те са неподвижни. Къде е изчезнала тяхната налична преди удара кинетична енергия? Ако атомите са абсолютно твърди тела, този въпрос няма отговор. И този факт е използван от привържениците на хипотезата, че топлината е безтегловен флуид като аргумент срещу приемащите, че топлинните явления са резултат от хаотичното движение на градивните частици на телата.

За съвременника проблем не съществува: атомът не е абсолютно твърдо тяло, той е деформируем, в момента на удара двата атома се деформират и кинетичната им енергия се преобразува в потенциална енергия. Но да се деформира може само тяло, което притежава **части**, което има структура, така че при преместване на частите една спрямо друга и при взаимодействието им да се натрупва потенциална енергия. Извод: не може едновременно да бъдат верни следните твърдения:

- Атомите са неделими.
- Топлинните явления се дължат на хаотичното движение на атомите.

Историята е показала кое от тях е невярното.

### Биосензори на електрично поле

Когато въвеждаме понятието електрично поле, обикновено не пропускаме да отбележим, че човек няма сетива, които да регистрират статични или квазистационарни полета. (Ние имаме сензори само за бързо променливи електромагнитни полета – очите.) В животинския свят обаче има представители, които в това отношение са посъвършени от човека. Например – акулите могат да регистрират поле с интензитет от едва  $1 \mu\text{V}/\text{m}$ . Съответните сензори се наричат *Ampullae of Lorenzini* (вж. фиг.) и са разположени около устата им. Акулите ги използват, за да детектиране на полето, създа-





дено от жертвата, плаваща във водата. Това им позволява да ловуват дори на тъмно.

Някои сладководни риби, саламандъра и птичечовката също могат да усещат електричното поле. Подобно на акулите, те също използват тази си способност за откриване на жертвите във вода, която е твърде мътна, за да може да се вижда през нея.

Съществува дори риба, т. нар. слабо-електрична риба (*weakly-electric fish*), която сама създава електрично поле, за да може с негова помощ да открива жертвата. В това отношение човешките технологии настигнаха природата едва през 2000 година. Тогава в леките коли се появиха сензори, които използват електрично поле, за да определят дали на седалката седи дете или възрастен човек и според резултата при катастрофа да отворят по подходящ начин въздушната възглавница.

### **Защо птиците не кацат върху високоволтови електропроводи**

Кога повече, кога по-малко вярно, в училище често обясняваме как е възможно птиците да кацат безопасно върху оголени жици, които пренасят електроенергия при напрежение примерно 220 V. Почти изключено е обаче да видите птица, кацнала върху високоволтов електропровод (за напрежение например стотици kV). Причината за това не е, че в този случай вече опасността от токов удар е голяма. Оказва се, че тя е доста тривиална – обикновено жиците на тези електропроводи се загряват достатъчно и не са подходящи, за да почиват върху тях птиците.

### **Промени на магнитното поле в околоземното пространство**

Още през 1722 г. Джордж Грахам, наблюдавайки стрелката на чувствителен компас, открива, че земното магнитно поле търпи денонощни промени. Причина за тях е слънчевото греене, което променя йонизацията във високите атмосферни слоеве и предизвиква конвекция в йоноферата. Приливите и отливите в океана предизвикват движения на йони в океана и в атмосферата. Тези токове създават магнитни полета, които може да се регистрират от стрелките на чувствителни компаси.

Промените на магнитното поле в околоземното пространство не са безвредни. Когато астрономите забележат изригване на плазма от Слънцето, те първо съобщават за това на електроснабдителните дружества. Те знаят, че от 24 до 48 часа по-късно до Земята ще достигнат заредени частици и токовете, предизвикани от движението им, ще предизвикат промени в земното магнитно поле. Известно е, че индукцията на земното магнитно поле е от порядъка на микротесли (от 20 до 70  $\mu\text{T}$ ), а на полето на слънчевия вятър – примерно 1000 пъти по-слабо (от 0,2 до 80 nT). Променливото магнитно поле обаче създава електрично поле (Фарадей!), което индуцира токове в проводниците. Промените на магнитното поле може и да са слаби, обаче електропреносните мрежи са огромни! В тях често има затворени контури с дължина от хиляди километри. Допълнително индуцираните в тях токове може да предизвикат прегряване в някой трансформатор и автоматичното му изключване. Това означава, че останалите трансформатори трябва да поемат допълнителен товар, съответно да прегреят, да се самоизключат и т.н. – това води до разпадане на мрежата. В миналото има случаи, когато заради

слънчевите избухвания милиони хора са оставали без електроенергия. Днес, знаейки че предстои магнитна буря, електроразпределителните дружества предварително: прекъсват определени части на мрежата, така че да не се образуват големи затворени кръгове; намаляват захранващото напрежение за избягване претоварването на трансформаторите; не позволяват прехвърляне на товар от повредените вериги към останалите.

### **Оптични влакна в животинския свят**

В животинския свят има три системи, в които се срещат оптични влакна:

1. В очите на насекомите (напр. мухи, пчели) всеки пиксел от светлинния образ се пренася по структура, която действа като конично оптично влакно.

2. В очите на някои морски обитатели (напр. сюнгери, като *Euplectella aspergillum*) за пренасяне на светлинните сигнали до фотодетекторите се използват истински силициеви влакна.

3. В очите на гръбначните животни системата от кръвоносни капиляри е разположена **пред** ретината. За да не влоши това качеството на образа върху ретината, в окото, над нея има сложна система от оптични влакна.

Широко разпространеното мнение, че за ултравиолетовите лъчи космите на белите мечки действат като оптични влакна, по които лъчите стигат до кожата на животното, **не е вярно**.