

Когато не казваме всичко...

Във вече цитираната по повод появата на небесната дъга книга на Ланге (вж. “Защо има небесна дъга?”) се срещат и друг тип парадокси. Докато в случая с дъгата парадоксът се създава от едно подвеждащо твърдение, тук ще разгледаме два примера за парадокси, които се дължат на верни, но непълни твърдения, или, ако използваме терминология от съдебната система – на “укриване на обстоятелства”.

Първият пример е свързан с т.нар. **принцип за независимост на действие на силите**. Като такъв, този принцип поизчезна в явен вид от нашите учебни програми и учебници, но неявно се използва на не едно място. Според него: **когато на едно тяло действат няколко сили, следствията от действието на една от тях са същите, както в случая, когато тя действа самостоятелно.**

А ето и парадокса: Ако се опитате да бутате натоварен камион, спрял на хоризонтален път, няма да го помръднете – резултатът от приложената от вас сила е нулев. Ако и втори човек се нареди до вас и също бута, според принципа за независимост на действие на силите, неговата сила ще предизвика същия резултат като вашия – камионът няма да помръдне. А сумата от два нулеви резултата не може да бъде друг, освен нула! Така, прилагайки последователно принципа, достигахме до абсурдни резултат, че и сто души да бутат камиона, той няма да помръдне!

Каква е причината за парадоксалното заключение: принципът ли не е верен, или ние не го прилагаме правилно? Отговорът е: нито едното, нито другото. Разгадката е в твърдението, че “...*резултатът от приложената от вас сила е нулев.*” Това твърдение не е вярно, именно с него ние “крием обстоятелства”. Наистина, когато бутате, камионът не помръдва, но това не значи, че няма резултат от приложената сила! Щом има сила, не може да няма резултат – бил той промяна в движението на тялото (каквато тук наистина няма), или деформация. В случая, когато само вие бутате камиона, в гумите му, и по-точно – в зоните на контакта им с пътната настилка, се появяват еластични деформации, които са причина за възникване на *сила на триене в покой*¹, която противодейства на вашата сила, така че камионът остава неподвижен.

Когато към вашите усилия се добавят усилията на втори човек, според принципа за независимост на действие на силите, приложената от него сила предизвиква същия ефект – който в случая се свежда до допълнителна деформация на гумите, а оттук – и увеличение на триенето в покой. Двата ефекта се събират. Ясно е, че с добавяне усилията на повече хора, ще се достигне максималната възможна стойност на триенето в покой, след което вече камионът ще помръдне.

В началото казахме, че в този случай парадоксът се дължи на “укриване на обстоятелства”, но е възможно, както и в случая с дъгата, да наречем причината за него подвеждане с невярно твърдение – в случая това е твърдението, че няма резултат от действието на силата на отделния човек.

Вторият пример, който ще разгледаме, също може да се разглежда като резултат от недоизказване. Вземете следните две твърдения:

- Работата A на една сила е правопропорционална на големината F на силата.
- Работата A на една сила е правопропорционална на пътя s , изминат от приложната точка на силата.

Ако се абстрахираме от необходимостта да уточняваме съотношението между посоките на силата и на преместването, несъмнено и двете твърдения са верни². Тези

¹ Виж и съответните материали, в които силата на триене в покой е разглеждана по-подробно – например в “Как ходим”.

² Погледнато от друга страна, въпросът дали тези твърдения са верни или не са, е неправилен, защото по същество тук става дума за *дефиниция* на физичната величина работа, а когато разглеждаме дефиниции, стои не въпросът за верността, а за целесъобразността.

твърдения можем да разшифроваме, например, в следния пасаж от учебник³ “Ако двама души тикат колички, повече работа върши онзи, който действа с по-голяма сила и изминава по-дълъг път.”

Ето сега до какъв парадокс можем да достигнем, ако формално облечем тези две твърдения в математическа форма. Според първото, $A = k_1 F$, а според второто – $A = k_2 s$, където k_1 и k_2 са два *коэффициента на пропорционалност*. Умножете двете равенства, въведете означението $k^2 = k_1 k_2$, коренувайте лявата и дясната страна на полученото равенство, и вие ще получите абсурдното съотношение:

$$(1) \quad A = k\sqrt{Fs}.$$

Всъщност, в духа на втората бележка под линия, абсурдността на (1) може да се постави под съмнение: никой не може да попречи да *дефинираме* работата на една сила с формула (1), като стойността на константата k определим според избора на единиците. Цялата работа е в това, че подобна дефиниция **не е удобна** – навсякъде в най-често срещаните зависимости (например в закона за запазване на енергията, в израза за първия принцип на термодинамиката и т.н.) ще се появява не A , а A^2 !

Като оставим настрана тези принципни съображения, нека все пак разберем защо достигнахме до парадоксалния резултат (1). Причината е в непълната формулировка на изходните твърдения. Всъщност, те би трябвало да се изкажат по следния начин:

– *При един и същ изминат път s работата A на една сила е правопрпорционална на големината F на силата. Това всъщност означава, че коефициентът k_1 не е константа, а зависи от s , така че точната формула е $A = k_1(s)F$.*

По същия начин пълният изказ на второто изходно твърдение, е:

– *При една и съща големина на силата работата A е правопрпорционална на пътя s , изминат от приложната точка на силата. Това означава, че коефициентът k_2 не е константа, а зависи от F , така че $A = k_2(F)s$.*

Като отчетем, че $k_1(s) = ks$, а $k_2(F) = k'F$, вече никакъв парадокс не може да се получи чрез математически манипулации.

Очевидно е, че подобни “парадокси” може да се конструират с помощта на много други зависимости – напр. с формулата за пътя при равномерно движение ($s = vt$), със закона на Ом ($U = RI$), и др., и др.

³ Вж. вече излезлия от употреба учебник по Природознание на изд. “Просвета” за 6. клас от 1994 г.