

## Принципът на колелото<sup>1</sup>

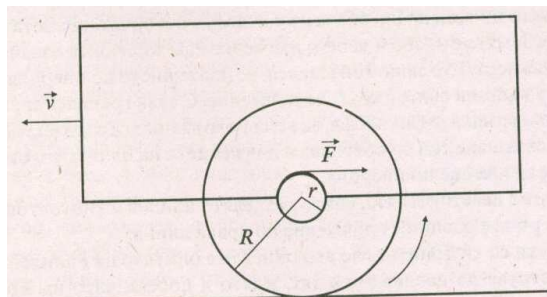
Не са много събитията в историята на цивилизациите, които бележат повратни моменти в развитието на човечеството. Един такъв момент например е овладяването на огъня, друг – изобретяването на колелото. Липсата на удобен сухоземен транспорт е причина не познаващите колелото цивилизации (шумерската, египетската и др.) да се развиват предимно по крайбрежните ивици на континентите, както и около големите плавателни реки. Едва след появата на колелото цивилизацията прониква навътре в сушата.

Каква е, от физична гледна точка, печалбата от използването на колелото? (Или, понеже се говори за “принцип на колелото”, в какво се състои този принцип?)

Разбира се, една печалба е замяната на триенето при хлъзгане с триене при търкаляне. Не това обаче е същественото. Така например има предположения, че древните египтяни са придвижвали огромните каменни блокове за пирамидите чрез претъркулването им върху обли дървени греди, т.е. те може би са заменяли триенето при хлъзгане с триене при търкаляне, но въпреки това не са изобретатели на колелото. Да не забравяме освен това, че колелата в колесницата на богоравния Ахил не са имали лагери, така че триенето на хлъзгане между оста и главините им остава (макар и намалено с някакви смазочни субстанции от рода на катрана), но въпреки това използващите колесници бойци са имали огромни преимущества пред останалите.

Когато се говори за принцип на колелото се има предвид не замяна на триенето при хлъзгане с триене при търкаляне, а нещо съвсем друго. То може да бъде разбрано, ако припомним един опит, който преди години задължително присъстваше в учебниците за прогимназиална физика: големината на силата на триене при хлъзгане на паралелепипед, не зависи от това, върху коя своя страна лежи той. С други думи, **триенето при хлъзгане зависи от натиска, а не от площта на триещите се повърхности.** (Не трябва да се забравя, че това твърдение се отнася за триене между **твърди тела.** При автомобилните гуми например, при които деформациите са значителни, триенето (в покой!) зависи от контактната площ между гумата и пътната настилка – вж. напр. материала, озаглавен “Три “Защо?”, свързани с триенето и движението на автомобилите”.)

Именно това твърдение е в основата на обяснението на принципа на колелото. Наистина, нека при хлъзгане на един паралелепипед по хоризонтална повърхност силата на триене има големината  $F$  и нека използваме за преместването му колело. В най-простия случай поставяме паралелепипеда върху цилиндрична ос с радиус  $r$ , в двата края на която са надянати, неподвижно свързани към оста, две колела с радиуси  $R$  (фиг. 1). Сега триенето се осъществява в горната полуцилиндрична повърхност на оста, но за опростяване ще смятаме, че е приложено в най-горната образователна на оста. Тъй като това е триене при хлъзгане, поради независимостта му от площта на триещите се повърхности, и сега неговата големина е  $F$ .



Фиг. 1.

<sup>1</sup> Физика, 2004, 5, 33–34.

Нека сега придвижим товара (паралелепипеда), докато колелото направи един оборот. Товарът ще се премести на разстояние  $l = 2\pi R$ . Приложната точка на силата на триене в оста обаче е изминала само път  $l' = 2\pi r$  и следователно работата на триенето е  $A' = 2\pi r F$ . В същото време, ако придвижвахме товара на същото разстояние, но без колело, триенето би извършило работа  $A = lF = 2\pi R F$ . При това положение отношението между работата на триенето при придвижване със и без колело е равно на отношението  $r/R$  между радиусите на оста и на колелото. Именно този извод изяснява от физична гледна точка печалбата от използването на колело: при едно и също преместване силата на триене **при хлъзгане** извършва по-малко работа. Тъй като отношението  $r/R$  може да се направи достатъчно малко, въпросната печалба е съществена.

От казаното се вижда, че за разлика от други физични принципи, “принципът на колелото” няма вербален израз – не може да го формулирате в рамките на едно твърдение, подобно на принципите на термодинамиката или механиката, например. В това отношение той прилича повече на дидактическите принципи, за изясняване на всеки от които са необходими по няколко страници. (С други думи, не можете да поставите на един ученик въпроса “Какво гласи принципът на колелото?”.) Това може да служи като причина да не го “величаем” с тежката от физична гледна точка квалификация “принцип”, но в никакъв случай не го обезценява.