

### Парадокс на Луис Карол

В една от своите книги<sup>1</sup> известният автор на *Алиса в страната на чудесата* привежда следния диалог между свои герои:

„– Още едно камъче, и ще потъне!

– Бих искал да знам какво правиш с тези кофички?

Действащи лица: Хю и Ламберт. Място на действието: плажа в Литъл Мендип. Време на действието: 1 часа и 30 минути след обед. Хю пуска малка кофичка да плава в друга, с малко по-големи размери, и се опитва да определи колко камъчета може да побере малката кофичка, преди да потъне. ...

Хю няколко минути седи мълчаливо и обмисля нещо, след което скача на крака и вика:

– Ламберт, виж какво ще ти покажа сега! За нищо на света няма да се сетиш! ... Помниш ли какво ни казваше Балбус днес сутринта? Тяло, изцяло потопено във вода, измества количество течност, равно на обема му. Така ли е? – попита Хю.

– Наистина Балбус разправяше нещо от този род, – неуверено се съгласи Ламберт.

– А сега, погледни тук! Виж: малката кофичка е почти изцяло потопена във водата. Следователно, тя трябва да измества количество вода, равно на обема ѝ. Аз вземам и – раз, два, три! – вадя малката от по-голямата кофичка.

С тези думи Хю извади малката кофичка, а голямата връчи на Ламберт.

– Гледай! Водата в голямата кофичка е съвсем малко. Мислиш ли, че това нищожно количество вода е колкото обема на малката кофичка?

– Ами, трябва да бъде равно, – каза Ламберт.

– А ето, че не е! – тържествуващо възкликна Хю и преля водата от голямата кофичка в малката. – Виждаш ли, водата стига едва до половината на кофичката.

– Нейна работа докъде се е напълнила, – казва Ламберт. – Щом Балбус е казал, че обемите са равни, значи са равни. Можеш да не се съмняваш.”

Казано кратко, парадоксът се състои в това, като че ли едно тяло (малката кофичка) измества повече вода, отколкото е наличната (в голямата кофичка). Или още по-кратко: като че ли едно тяло измества нещо, което го няма?!

Парадоксът очевидно се дължи на смисъла, който се влага в глагола **измествам**. И в българския, и в руския (*вытеснять*), и в английския (*displace*) език (а вероятно и в много други езици) се предполага, че може да се измести само нещо, което притежава местоположение, а за това е необходимо то да съществува, да бъде в наличност. Когато казваме обаче, че потопеното тяло *измества* толкова вода, колкото е обемът на потопената му част, **трябва** да разбираме само че ако пространството, заето от тази потопена част, заместим с вода, наоколо няма да настъпят никакви промени (т.е. равнището на водата няма да се промени, независимо дали става дума за равнището в голямата кофичка, или за равнището на световния океан).

И въпреки всичко, когато формулираме закона на Архимед, винаги говорим за *изместено* количество флуид. Ето пример от учебника по физика и астрономия за 8. клас на изд. Просвета (2009 г.):

*На всяко тяло, потопено в течност или газ, действа изтласкваща сила, равна на теглото на течността или газа, изместени от тялото.*

С телата, потопени в газ (обикновено – въздух) проблем няма – газовете нямат свободна повърхност. При по-внимателно вникване в смисъла на закона за тела, потопени в течности обаче, не е трудно практически да се стигне до парадоксална ситуация,

<sup>1</sup> Кэррол Л., *История с узелками*, М., „Мир”, 1973.

подобна на описаната от Луис Карол. За да се убедите, вземете от кабинета по химия две стъклени чаши с близки диаметри, след което:

1. Измерете диаметрите на чашите.
2. Налейте в по-голямата чаша малко вода – примерно толкова, че равнището ѝ да бъде 1–2 cm над дъното.
3. Пресметнете (или измерете) обема на водата.
4. Насипете в по-малката чаша винтчета, гайки или други малки метални предмети, толкова, че след като я пуснете във водата, тя да легне върху дъното на голямата чаша.
5. Измерете височината на новото водно равнище.
6. Пресметнете обема на потопената част от малката чаша.

Колкото по-близки са диаметрите на двете чаши, толкова по-голяма е разликата между обема на потопената част от малката чаша и обема на „изместената” (в случая – всичката) вода.

Ясно е, че малката чаша **не е изместила** количество вода, равно по обем на потопената ѝ част – толкова вода в голямата чаша просто няма! Но, ако извадите чашата и налеете допълнително толкова вода, колкото е бил обемът на потопената ѝ част, **общото** равнище на водата ще бъде там, където е било и след потапяне на чашата.

Какъв е изводът? Следва ли да смятаме цитираната формулировка на закона на Архимед некоректна? Едва ли. Ако искаме да бъдем съвсем точни, би трябвало да изкажем закона така:

*На всяко тяло, потопено в течност, действа изтласкваща сила, равна на теглото на течността, имаща обем, равен на обема на потопената част от тялото.*

Или:

*На всяко тяло, потопено в течност, действа изтласкваща сила, равна на теглото на течността, която би запълнила обема на потопената част от тялото.*

Очевидно тези формулировки, макар и точни, са твърде тежки. А и инерцията на навика „работи” в полза на по-кратката и като че ли – по-разбираема „стара” формулировка. Ето защо едва ли си струва да се мъчим да поправяме последната. И ако отделяме внимание на разгледания парадокс, то е само, за да подготвим учителя как да реагира, в случай че му се наложи да обяснява как може да се измести нещо липсващо.