

### Една проста, но поучителна задача за осмокласници

Представете си следната ситуация:

*Мразовит неделен следобед, Ивановден, вие сте Иван. Един след друг пристигат приятели, които ви честитят именния ден и искат най-напред чай, за да се стоплят. За новопристигналите четирима наливате 4 чаши студена вода в чайника и го слагате на котлона, за да възврат. Изведнъж се сеццате, че от предишните гости в каната е останала гореща вода. Решавате, че ако я добавите в чайника, температурата на водата в него ще се повиши и следователно – чаят ще стане по-бързо. Тъкмо посягате да я налеете, един от новопристигналите, физик, ви спира. Той твърди, че така водата ще заври по-бавно. Завързва се спор. Кой всъщност е прав?*

Прав е, разбира се, физикът. Но как най-просто да обясним и на тези, които не обичат физиката, защо е прав?

Най-лесно може да обясним причината на човек, който разбира, че количеството топлина, което котлонът предава на чайника с водата, на зависи от това, дали водата е разбъркана или не е. Ако това е ясно, да си представим, че сме налили в чайника и горещата вода, но тя не се е смесила със студената (останала е например някак си на повърхността, незасегната от конвекция). Котлонът ще трябва да работи известно време, докато студената вода достигне температурата на горещата и това време не зависи от това, доливали ли сме вода или не сме. Оттук нататък обаче нещата се променят. Ако не бяхме добавили гореща вода, котлонът трябваше да нагрее до температура на кипене по-малко количество вода, отколкото след като сме долели.

Следователно доливането на горещата вода, въпреки че скокообразно (след разбъркване) повишава температурата в чайника, в крайна сметка **забавя** завирането на водата. Изразено с малко по-други думи: добавянето на гореща вода не променя количеството топлина, което трябва да предадем на студената, за да достигне температурата на горещата, но от момента на достигане на тази температура трябва да внесем в чайника по-голямо количество топлина, защото трябва да нагреем по-голямо количество вода до температурата на кипене.

И така, ключ към решението на задачата е фактът, че количеството топлина, което трябва да внесем в определена маса вода, за да достигне тя дадена температура, не зависи от това, дали е смесена с друга вода, с друга течност, или в нея е потопено някакво друго тяло. (Вместо за добавяне на гореща вода можем да говорим за потапяне в студената вода на една нагорещена теглилка – ефектът на забавяне на възвирането отново щеше да бъде налице, освен, разбира се, ако теглилката не е с твърде висока температура – примерно от 200–300 °C). А този факт не е нищо друго, освен специфична форма на закона за запазване на енергията. Това е и поуката от задачата.

След този анализ вероятно вече всеки се досеща каква е печелившата стратегия при описаната в началото ситуация. А такава със сигурност има, щом е налице вече някаква гореща вода. Просто в празния чайник трябва да излеем горещата вода и само да допълним до 4 чаши с необходимото количество студена вода. Така чаят ще стане най-бързо. Всъщност, точно така би постъпила и всяка здравомислеща домакиня, даже и да няма представа от величината количество топлина и пр.

**От качествена към количествена задача.** Ако наистина решите да занимавате осмокласници с тази задача, след като сте я решили качествено, можете лесно да проверите доколко са схванали същността на решението ѝ. За целта поставете следната количествена задача.

**Задача.** Литър и половина вода с температура 20 °C завира върху котлон за 12 минути. С колко ще се удължи времето за завиране на водата, ако добавим половин литър вода с температура 60 °C? (Всякакви топлинни загуби, както и топлинният капацитет на чайника не се отчитат.)

Всъщност, ако предварително не е решена качествена задача, по-добре ще бъде вместо “удължи”, в условието да се използва по-неутралният глагол “промени” – тогава резултатът е по-шокиращ и затова – по-запомнящ се. (Друг вариант е да се пита ще се промени ли и ако да – то как, времето за завиране на водата.)

За всички, които решават задачата, като:

– първо, намерят в справочник колко е специфичният топлинен капацитет на водата;

– второ, пресметнат количеството топлина, необходима за загряване на литър и половина вода от 20 °С до 100 °С;

– трето, пресметнат мощността на котлона като разделят намереното количество топлина на посоченото в условието на задачата време от 12 мин.;

– четвърто, намерят от уравнението на топлинния баланс началната температура на сместа от студената и горещата вода;

– пресметнат времето за загряването на сместа от пресметнатата температура до 100 °С;

– и накрая намерят разликата от двете времена, можете да смятате, че не са разбрали същността на задачата.

Истински е вникнал в същността на задачата онзи, който съобрази, че количеството топлина, необходима за повишаване температурата на литър и половина вода не зависи от това, дали тя е примесена с друга вода или не е, така че търсеното *удължение* на времето е всъщност равно на времето, необходимо за загряване с 40 °С на добавения половин литър (от 60 °С до 100 °С). Оттук нататък сметката се прави наум: става дума за загряване на 3 пъти по-малко вода ( $1,5 : 0,5 = 3$ ) с 2 пъти по-малко градуси ( $(100 - 20 = 80) : 40 = 2$ ). Тъй като  $3 \times 2 = 6$ , търсеното удължение е 6 пъти по-малко от времето за загряване на литър и половина вода от 20 °С до 100 °С, т.е.  $12 : 6 = 2$  мин.

И така, отговорът е: добавянето на горещата вода удължава времето за достигане на температура на кипене с 2 минути.

**Не, че и тази задача не може да се реши по метода на екстремните стойности!** Наистина, какъв беше спорът в началото: дали добавянето на гореща вода ще ускори или ще забави завирането на студената вода? Ние намерихме отговора, като си представихме, че добавената гореща вода не се смесва със студената. Тъй като някому това може да се стори изкуствено, недопустимо и т.н., предлагаме и следното, отново качествено решение, което се опира на метода на екстремните (граничните стойности).

Представете си, че в студената вода сме добавили не половин литър, а примерно 1000 литра гореща вода. След смесването ще се установи температура, която е само малко по-ниска от тази на горещата, т.е. изведнъж, скокообразно повишаваме температурата на студената вода. Представете ли си обаче колко време ще ви трябва, за да загреете *на котлон* 1001 литра вода до температура на кипене? Извод – добавянето на вода, макар и с висока температура, удължава времето до завирането на водата.

(Всъщност точното прилагане на метода на екстремните стойности изисква да си представим, че добавяме не 1000 литра, а безкрайно количество гореща вода – тогава ще трябва да я загряваме безкрайно дълго време, докато заври. А ако не бяхме добавяли нищо, времето за завиране все пак би било крайно.)

Мисля, че разсъжденията около обсъжданата ситуация добре илюстрират някои от типичните начини на разсъждение, използвани от физиците. Може би ще бъде интересно, ако този проблем се постави и се разгледа в някоя от извънкласните форми – например в една вечер, посветена на физиката.