



## *Други принцип термодинамике*

Први принцип термодинамике говори о одржању енергије у топлотним процесима, али не појашњава њихов смјер. То ради други принцип термодинамике.

Прва формулација (Клаузијусова): Немогућ је спонтан процес чији је једини резултат прелазак топлоте са хладније на топлије тијело.

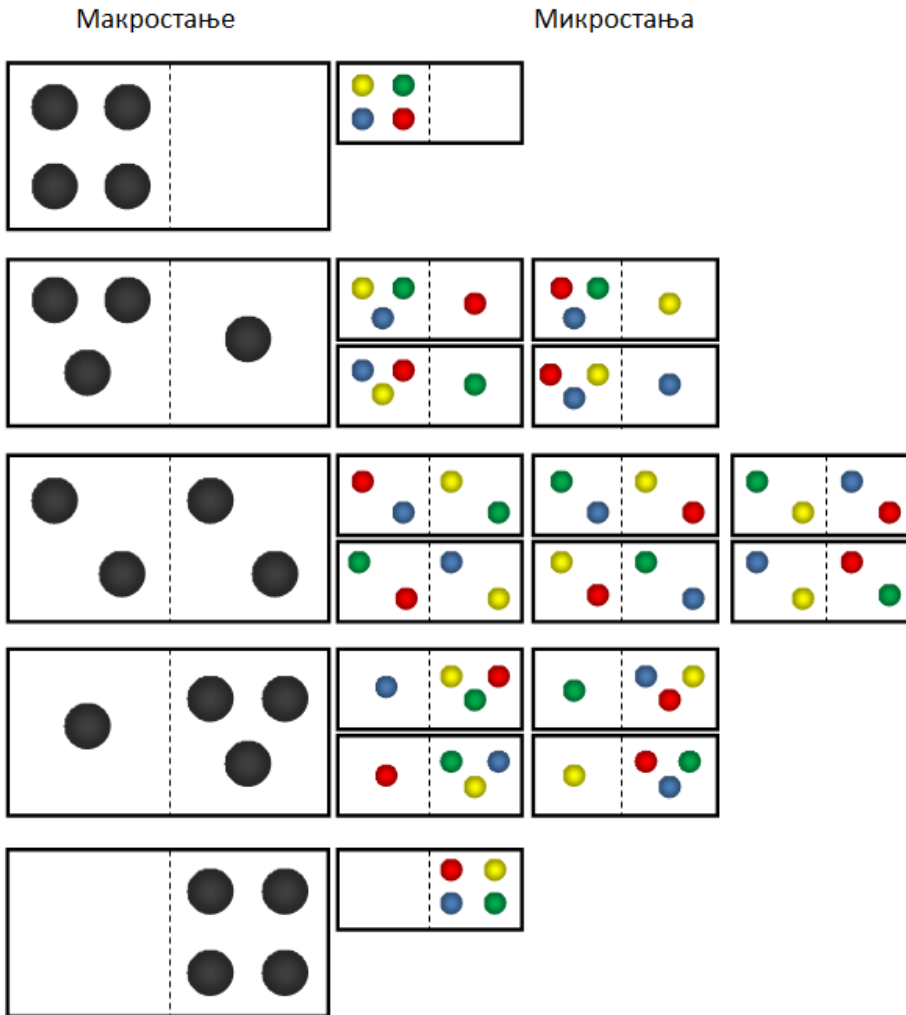
У фрижидерима имамо такав прелазак, али он није спонтан- за рад фрижидера је неопходно уложити енергију.

Друга формулација (Келвин-Планкова): Немогућ је циклични процес чији је једини резултат узимање топлоте од једног топлотног резервоара и њено потпуно претварање у рад.

Наравно, постоје мотори који топлоту претварају у рад, али није могуће да је то једини процес који се дешава (да се не утиче на гас, околину или топлотни резервоар). Када би то могло, онда би било могуће направити мотор који би вјечно радио на основу огромне енергије коју складишти наша планета.

Дакле, немогуће је направити вјечни мотор (*perpetuum mobile*) друге врсте који би само узимао топлоту од околине и у потпуности је претварао у рад.

Иако не изгледају тако, ове формулације другог принципа термодинамике су еквивалентне. Статистичка физика ће нам помоћи да дођемо до опште формулације. Размотримо на почетку примјер кутије у којој се налази четири куглице различите боје. Ако затворимо кутију и продрмамо је, шта је највјероватније- који распоред куглица ће се затим оформити?



На основу овога закључујемо да је највјероватније да по двије кулице буду у једној и другој половини кутије- том макростању одговара највећи број микростања (6). Најмања вјероватоћа је да све четири куглице буду на једној или на другој страни. Ако би број куглица био већи, вјероватноћа да буде остварено стање гдје је једнак број куглица на двије стране би била још већа. Ово ћемо сада примијенити на примјер термодинамичких

система.

Сваком макростању термодинамичког система одговара одређен број микростања, као у примјеру приказаном на слици. У термодинамици се највјероватније стање назива равнотежно или неуређено стање и њему одговара највећи број микростања. У том стању молекули су равномјерно распоређени по посуди, крећу се у свим правцима и смјеровима и у сваком дјелићу запремине једнак је број бржих и споријих молекула.

Трећа формулација: Сваки спонтани процес се одвија ка равнотежном стању јер је то највјероватније стање. Другачији процес због огромног броја молекула је невјероватан.



## ТЕРМОДИНАМИКА

Максим Мичета

Трећа формулација је општија од прве двије. Навешћемо још једну општу формулацију другог принципа термодинамике, због чега ћемо увести величину која се назива **ентропија**.

Ентропија је мјера неуређености система, а њена промјена се дефинише као однос размјенене топлоте између система и околине и апсолутне температуре система:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

Јединица за ентропију је **џул по келвину** ( $\frac{J}{K}$ ).

Четврта формулација: Укупна ентропија система и околине се не смањује:  $\Delta S > 0$ .

Четврта формулација другог принципа термодинамике нам говори и да је немогуће окренути смјер времена, јер је смјер времена одређен промјеном ентропије.

Све спонтане природне појаве се покуравају ентропији и четворој дефиницији другог принципа термодинамике. Приликом слободног пада ентропија се повећава. На почетку смо имали уређено стање, јер је енергија била сконцентрисана у самом тијелу (потенцијална енергија). Током пада тијело предаје своју енергију околном ваздуху (топлота) и на крају остатак енергије преда подлози (топлота), што је неуређеније стање у односу на почетно (ентропија се повећала). Закон одржања енергије не брани да се деси обрнут процес- да тијело које лежи на подлози сакупи енергију од подлоге и околног ваздуха и лансира се навише. Међутим, током тога би се ентропија смањивала што је немогуће на основу четврте формулације другог принципа термодинамике.

Такође, закон одржања енергије (први принцип термодинамике) не искључује могућност да топлота пређе са хладијег на топлије тијело, међутим током таквог процеса би се ентропија смањила што је немогуће. Као резултат таквог процеса добили бисмо још уређеније стање- једно тијело хладно, друго загријано.