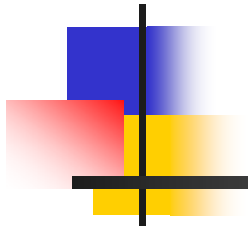


Други принцип термодинамике и ентропија





Други принцип термодинамике

- Једна од формулација другог принципа: топлота не може спонтано да пређе са хладнијег на топлији објекат.
- Егзактнија формулација: преко увођења ентропије и неуређености система



Први и други закон

- Први закон
 - Енергија при термалним процесима мора бити очувана.
- Други закон
 - И поред тога што је енергија очувана, неки процеси нису могући.



Реверзибилни и иреверзибилни процеси

- *Реверзибилни* процес је онај код којег је свако стање на путањи у стању термодинамичке равнотеже
 - Код реверзибилног процеса систем може да се врати у полазно стање дуж исте путање
- *Иреверзибилан* процес не задовољава овај услов
 - Већина природних процеса су иреверзибилни
- *Реверзибилни* процеси су идеализација, али су неки природни процеси добра апроксимација



Ентропија

- Ентропија је функција система која је директно везана са другим принципом термодинамике
- Нека је Q_r енергија (топлота) која се абсорбује или избаци током реверзибилниг процеса на константној температури, који повезује два равнотежна стања. Онда се промена ентропије између та два стања може дефинисати као количник те топлоте и температуре.



Ентропија, наставак.

- Математички: $\Delta S = \frac{Q_r}{T}$
- Горња једначина важи само за реверзибилну путању
 - Да би израчунали разлику ентропије између два стања повежите их реверзибилним процесом, без обзира како систем заиста прелази из једног у друго стање
- Када се енергија абсорбује, Q је позитивно и ентропија расте
- Када се енергија емитује, Q је негативно и ентропија опада

Питање – промена ентропије



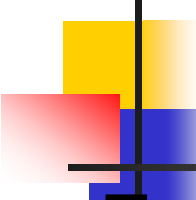
Који од следећих исказа је тачан за промену ентропије система који пролази кроз реверзибилан адијабатски процес

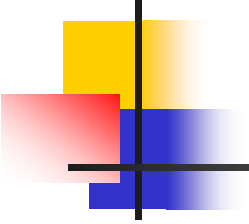
a) $\Delta S < 0$

b) $\Delta S = 0$

c) $\Delta S > 0$

Још о ентропији

- 
- Приметите да претходна једначина дефинише *промену* ентропије
 - Ентропија изолованог система расте
 - Ово је алтернативна (квантитативна) формулација другог принципа термодинамике
 - Ако систем није изолован његова ентропија може да опада
 - Ако се ентропија једног система А смањује, то мора бити праћено повећањем ентропије другог система, В.
 - Промена ентропије система В је тада већа него промена ентропије система А.



Задатак – промена ентропија

Комад стене масе 300kg на температури од 27°C пада у језеро које такође има температуру 27°C са висине од 100m. Нађи промену ентропије језера предпостављајући да се читава кинетичка енергија стене по уласку у језеро претвара у термалну енергију абсорбовану од стране језера. $g = 10 \frac{m}{s^2}$.



Перпетум мобиле

- Перпетум мобиле прве врсте је циклична машина која на излазу даје више енергије него што је уложено у машину.
- Перпетум мобиле прве врсте није могућ по првом принципу термодинамике.
- Перпетум мобиле друге врсте је циклична машина која на излазу даје исту количину енергије која је и уложена у машину.
- Перпетум мобиле друге врсте није могућ по другом принципу термодинамике – ово је алтернативна формулација другог принципа
- Погодно за памћење: први принцип термодинамике каже да “не може да се победи”, а други принцип каже да “не може да се изједначи”.



Енергија и неуређеност

- Ентропија је уско повезана са неуређености система
- Већа ентропија значи већу неуређеност система, односно већи број микростања која су на располагању систему



Ентропија и неуређеност, наставак

- Изоловани системи теже ка већој неуређености, и ентропија је мера те неуређености
 - $S = k_B \ln W$
 - k_B је Болцманова константа
 - W је укупан број микростања који одговара датом макростању система
- Значи изоловани системи теже ка стању у којем је ентропија максимална, што је еквивалентно исказу да теже ка максималној неуређености.



Задатак – ширење гаса

Термално изолован суд запремине V , у којем се налази n молова идеалног гаса на температури T је преградом подељен на два дела. Ако се та преграда уклони, гас ће се раширити на читаву запремину суда. Колика је промена ентропије гаса при ширењу?



“Квалитет” енергије

- Тенденција природе да се креће ка стању неуређености утиче на способност система да врши рад
- Енергија уређеног кретања увек може да се претвори у унутрашњу енергију, али обрнута трансформација не може у потпуности да се изврши.
- Другим речима енергија уређеног кретања је већег “квалитета” од унатрашње енергије (енергије неуређеног кретања молекула)



Раст неуређености на Земљи?

- Ентропија (односно неуређеност) затвореног система се са временом повећава
- Зашто се неуређеност на земљи са временом не повећава, однос зашто имамо развој живог света, цивилизације...?
- Одговор: Земља није изолован систем
 - Енергија “високог квалитета” која долази са Сунца смањује укупну неуређеност на Земљи

Алтернативне формулације другог принципа



- Топлота не може спонтано да прелази са хладнијег на топлије тело
- Немогуће је направити перпетум мобиле друге врсте
- Ентропија затвореног система се повећава
- Све ове формулације су међусобно еквивалентне