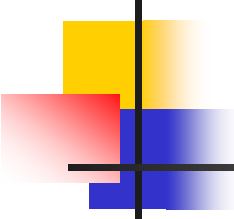


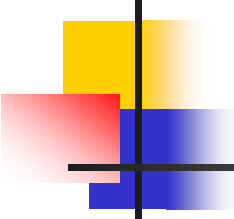


Закони термодинамике



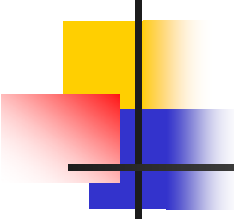
Први закон термодинамике

- Први закон термодинамике каже да додавање енергије систему може бити утрошено на:
 - Вршење рада
 - Повећање унутрашње енергије
- Први закон термодинамике је заправо закон очувања енергије



Други закон термодинамике

- Ограничава први закон
- Неки процеси су дозвољени по првом закону термодинамике, али нису дозвољени по другом
- Пример: Прелаз енергије са хладнијег на топлије тело је дозвољен по првом закону термодинамике, али није по другом.



Први закон термодинамике

- Закон очувања енергије
- Повезује трансфер енергије (топлоту саопштену систему) са променом унутрашње енергије и радом
- Примењив за све типове процеса
- Успоставља везу између микроскопског и макроскопског света



Први закон, једначина

- Ако систем врши прелаз из почетног у крајње стање, онда $Q = \Delta U + W$
 - Q је енергија трансферована систему путем топлоте
 - W је рад који је систем извршио на спољашњој средини
 - $\Delta U = U_f - U_i$ је промена унутрашње енергије система



Задатак

- а) Идеални гас апсорбује 4 кЈ енергије, при чему гас врши рад од 2 кЈ на спољашњој средини. Нађи промену унутрашње енергије гаса.
- б) Ако унутрашња енергија гаса опадне за 4 кЈ а систем избаци 2 кЈ путем топлоте, нађи промену запремине претпостављајући константан притисак од 10^5 Па.



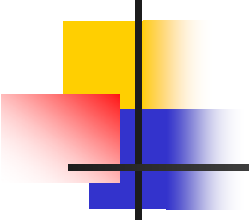
Први закон – знаци

- Знаци чланова у једначини
 - Q
 - Позитиван ако се енергија трансферује *од околине ка систему* путем топлоте
 - Негативна ако се енергија трансферује *од система ка околини* путем топлоте
 - W
 - Позитиван ако систем врши рад на околини
 - Негативан ако околина врши рад на систему
 - ΔU
 - Позитивно ако температура расте
 - Негативно ако температура опада



Примедбе о раду

- Позитиван рад има тенденцију да смањује унутрашњу енергију система, пошто систем троши енергију да би вршио рад
- Негативан рад има тенденцију да повећава унутрашњу енергију система, пошто се систему предаје енергија путем рада који врши околина



Моларна специфична топлота на константној запремини

- Моларна специфична топлота идеалног једноатомског гаса на константној запремини
 - $C_v = 3/2 R$
- Промена унутрашње енергије идеалног једноатомског гаса $\Delta U = n C_v \Delta T$



Моларна специфична топлота, наставак

- Гасу са великом моларном специфичном топлотом је потребно пуно енергије да би променио температуру за дати износ
- Ова вредност зависи од структуре гасног молекула
- Нпр. за идеалан двоатомски гас $C_v = 5/2 R$



Степени слободе

- *Степени слободе* су број независних координата које су неопходне да би се описао положај атома у молекулу.
- Сваки степен слободе доприноси $\frac{1}{2} R$ моларној специфичној топлоти
- Нпр. двоатомски молекул има пет степени слободе



Типови термалних процеса

- *Изобарски*
 - Притисак остаје константан
 - Хоризонтална линија на PV дијаграму
- *Изохорски*
 - Запремина остаје константана
 - Вертикална линија на PV дијаграму
- *Изотермални*
 - Температура остаје константна
- *Адијабатски*
 - Нема размене топлоте са околином



Задатак - изобарски процес

Једноатомски гас на $2 \cdot 10^5$ Pa се полако шири на константном притиску од запремине 1l до запремине 3l.

Наћи рад који систем изврши на околини.

Наћи промену унутрашње енергије гаса.

Наћи количину топлоте коју гас апсорбује у том процесу.

Искористите моларни топлотни капацитет на константном притиску да бисте нашли абсорбовану термалну енергију.

Како се мењају одговори за двоатомски гас?



Задатак - изотермални

Балон садржи 5mol идеалног моноатомског гаса. Систем абсорбује топлоту, при чему запремина дупло порасте при константној температури од 27C. Узети да је $R=8 \frac{J}{mol K}$.

Наћи рад који гас врши на балону који се шири.

Наћи топлоту која се предаје гасу.

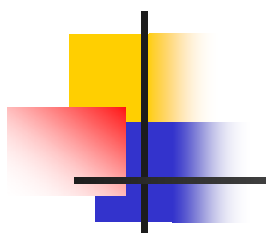
Наћи рад који спољашња средина врши на гасу?



Задатак - изохорски

Колико термалне енергије мора да се дода 2mol идеалног моноатомског гаса на 300K и на константној запремини од $2l$, да би се његова температура подигла на 350K ? Узети да је

$$R = 8 \frac{J}{\text{mol K}}.$$



Задатак – адијабатски процес

Колики рад врши 1 mol идеалног моноатомског гаса на клипу, при адијабатској експанзији у којој се температура гаса смањује од 600 K до 200K?



Задатак – општи процес

4 mol идеалног моноатомског гаса се шири од полазне запремине $0,1\text{m}^3$ и притиска 10^5 Pa до крајње запремине $0,2\text{m}^3$ и притиска $2 \cdot 10^5$ Pa. Зависност притиска од запремине у току процеса је линеарна. Израчунај:

- a) Рад који се изврши на гасу
- b) Промену унутрашње енергије гаса
- c) Термалну енергију која се предаје гасу



Рекапитулација - процеси

Процеси	ΔU	Q	W
Изобарски	$n C_v \Delta T$	$n C_p \Delta T$	$P \Delta V$
Адијабатски	$n C_v \Delta T$	0	$-\Delta U$
Изохорски	$n C_v \Delta T$	ΔU	0
Изотермални	0	W	$nRT \ln(V_f/V_i)$
Генерални	$n C_v \Delta T$	$\Delta U+W$	површина на PV графику

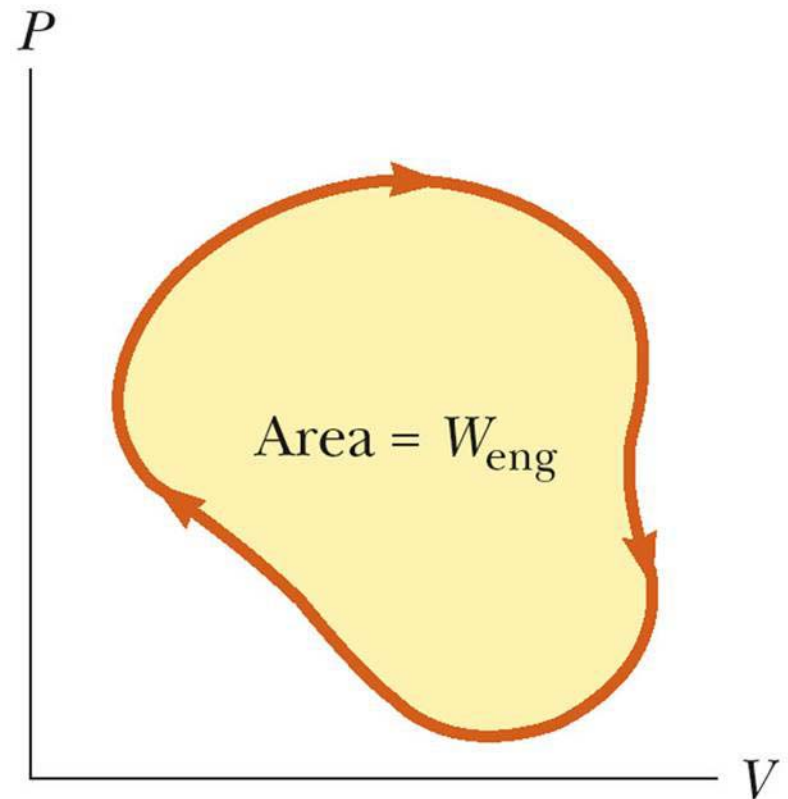


Циклични процес

- Циклични процес је онај који почиње и завршава се у истом стању
 - $U_f = U_i$ and $Q = W$
- Код цикличног процеса је укупан рад који гас изврши по циклусу једнак површини која је ограничена путањом процеса на PV дијаграму

Рад код цикличног процеса, слика

- Рад је једнак површини која је ограничена кривом на PV дијаграму



Задатак-циклус

- Гас пролази кроз цикличан процес приказан на слици.
 - а) Наћи укупну енергију трансферовану путем топлоте током једног комплетног циклуса
 - б) Исто питање ако се циклус обрне.

