***7-AMALIY MASHG’ULOT.***

***MAVZU: TERMAKIMYOVIY JARAYONLARNI ISSIQLIK EFFEKTLARINI O’RGANISH.***

**Termokimyo va kimyoviy termodinamika**

Modda hosil bo’lish issiqligi va kimyoviy reaksiya issiqlik effekti. Entalpiya

Kimyoviy reaksiyalarda ko’pincha issiqlik tarzida energiya ajralib chiqadi yoki yutiladi. Reaksiya vaqtida issiqlik ajralib chiqsa, bu reaksiya **ekzotermik,** issiqlik   
yutilsa **endotermik reaksiya** deyiladi.

Kimyoviy reaksiya natijasida reaksiyaga kirishuvchi moddalarning energiya zahirasi   
o’zgaradi. Ekzotermik reaksiyada hosil bo’lgan moddalarning energiya zahirasi   
boshlang’ich moddalarnikidan kam, endotermik reaksiyda esa ko’p bo’ladi. Kimyoviy   
birikma hosil bo’lishida qancha energiya ko’p ajralib chiqsa, bu mahsulotlar shuncha   
barqaror bo’lishi mumkin. Aksincha, endotermik reaksiya natijasida hosil bo’lgan   
3-masala. HF molekulasidagi kimyoviy bog’ning qutubliligini hisoblang.

Yechish: Bunda bog’ning qutubliligini aniqlovchi (2) formuladan foydalaniladi.

EM (В) - EM (A) --------------------100%

EM (B) + EM (A)------------------------------- x

4 – 2,1

P(HF)=------------• 100% = 31%

4 + 2,1

Javob: Demak HF 31% ionli va 69 % qutbli kovalent bog’li modda ekan.

4-masala. H2O molekulasining dipol uzunligi 0,384∙ 10-8 sm ga teng.

Suv molekulasini dipol momentini toping.

**Yechish:** Bоg’ning qutbliligini miqdоriy jihаtdаn аniqlоvchi fоrmulа: **μ = h·e**

h= 0,384 ·10-8 sm

e= 4,8·10-10 o’zgаrmаs sоn

1·10-18 o’zgаrmаs birlik = 1 debаy

μ = 0, 384 ·10-8·4,8·10-10= 1,84·10-18/1·10-18= 1,84 debаy

Jаvоb: 1,84 debаy

5-masala. Keltirilgan molekulalarning qaysi birida ion bog’ kuchli.

1) Na Br 2) FeCl2 3) KJ 4) CaF2

Yechish: Bunda moddalarning nisbiy elektromanfiyliklari orasidagi farq hisoblab topiladi.

1) 2,8-0,9=1,9 2) 3,5-1,8=1,7

3) 2,5-0,8=1,7 4) 4,1-1=3,1

Javob: Bundan ko’rinib turibdiki CaF2 ning ionliligi eng yuqori.

. Kimyoning kimyoviy reaksiyalar issiqlik effektlari miqdorini o’rganadigan bo’limi   
**termokimyo** deyiladi.

Barcha termokimyoviy hisoblar termokimyo qonunlariga asoslangan. Bu qonunlar   
energiyaning saqlanish qonunidan kelib chiqadi. 1874 yilda Lavuazye va Laplas kashf etgan birinchi qonun quyidagicha ta’riflanadi:

*Har qaysi kimyoviy birikma uchun parchalanish issiqligi uning hosil bo’lish issiqligiga teng, lekin ishorasi qarama-qarshi bo’ladi.*

Masalan, CH4 = C + 2H2 – 76,0 kJ issiqlik yutiladi. C + 2H2 = CH4 + 75,0 kJ issiqlik chiqaradi

**Termokimyoviy jarayonlarni issiqlik effektini aniqlash**

1840 yilda G.I Gess ikkinchi qonuni tajriba asosida kashf etildi. Reaksiyaning issiqlik effekti jarayonda ishtirok etayotgan moddalarning dastlabki va oxirgi holatlariga   
bog’liq bo’lib, reaksiyaning qanday usulda olib borilishiga bog’liq emas. Masalan CO2 ni ikki usulda hosil qilaylik. Birinchi usul quyidagi ikki bosqichdan iborat bo’lsin:

a) C + ½ O2 = CO + 110,5 kJ b) CO + ½ O2 = CO2 + 283 kJ Jami:393,5 kJ   
Ikkinchi usulda reaksiyani bosqichsiz (bir yo’la) olib boraylik C + O2 = CO2 + 393,5 kJ Bu reaksiyaning termodinamik tenglamasi quyidagidan iborat, C + O2 = CO2 ; ΔHº298= - 393,5 kJ/mol

Endilikda Q ning o’rniga ΔH (entalpiya) dan foydalaniladi: ΔH = -Q. Demak, ayrim

bosqichlarning entalpiyalari yig’indisi umumiy jarayonning entalpiyasiga teng.   
Kimyoviy reaksiyalarning entalpiyasini topish uchun reaksiya mahsulotlarining hosil   
bo’lish entalpiyalari yig’indisidan dastlabki moddalarning hosil bo’lish entalpiyalari   
yig’indisini ayirib tashlash kerak: ΔH = ∑ΔHmahs. – ∑ΔHdast.mod.

Bu yerda ΔH - reaksiyaning entalpiyasi, ΔHmahs. – reaksiya mahsulotining hosil bo’lish entalpiyalari yig’indisi, ∑ΔHdast.mod. – dastlabki moddalarning hosil bo’lish entalpiyalari yig’indisi.

**1– masala**. Massasi 100 g temir (III) oksidni alyuminiy bilan qaytarilganda 476,0 kJ issiqlik ajralib chiqadi. Reaksiyaning issiqlik effektini aniqlang.

**Yechish.** Kimyoviy reaksiyaning termokimyoviy tenglamasini tuzamiz:

100 *g* 476,0*kJ*

2*Al* + *Fe*2*O*3 = *Al*2*O*3 + 2*Fe* + *Q* ; Javob: 761,6*kJ* ga teng.

160

**2– masala.** Agar uglerod (IV) oksid hosil bo’lish issiqligi 393,5 kJ, uglerod (II) oksid

yonish issiqligi 284,7 kJ ga tengligi ma’lum bo’lsa, uglerod (II) oksid hosil bo’lish issiqligini hisoblang. **Yechish**. Reaksiya tenglamasi: C + O2 + CO2 + 393,5 kJ (1) Bu reaksiyani ikki tenglama bilan ifodalash mumkin:

C + 0,5O2 = CO + Q (2) CO + 0,5O2 = CO2 + 284,7 kJ (3)   
 Demak, reaksiyalr umumiy tenglamasini quyidaficha yozish mumkin:

C + O2 = CO2 + 284,7 kJ (4) Tenglamalardan (1 va 4) foydalanib, quyidagini olamiz: Q + 284,7 = 393,5 bundan Q = 393,5 kJ – 284,7 kJ = 108,8 kJ

**3 – masala.** CaO va CO2 larning hosil bo’lish issiqliklari tegishlicha 635,1 va - 393,5 kJ ga tengligi ma’lum bo’lsa, oddiy moddalardan kalsiy karbonat hosil bo’lish issiqligini hisoblang. Kalsiy karbonat parchalanish reaksiya tenglamasi: CaCO3 = CaO + CO2 – 145,3 kJ.

**Yechish**. 1. Reaksiya uchun Q qiymati topilishi lozim: Ca+C+1,5O2=CaCO3 +Q.

Termokimyoning birinchi qonuniga binoan CaCO3 = CaO + CO2 – 145,3 kJ   
tenglamadan CaO + CO2 = CaCO3 + 145,4 kJ tenglamani olamiz.

2. Berilgan: Ca + 0,5O2 = CaO + 635,1 kJ. 3. Berilgan: C + O2 = CO2 + 393,5 kJ.   
Tenglamalarni umumlashtirsak quyidagini olamiz: Ca + 1,5O2 + C = CaCO3 + 145,3 + 635,1 + 393,5

Birinchi va oxirgi tenglamani birgalikda ishlab quyidagi natijani olamiz:

Q = 145,3 kJ + 635,1 kJ + 393,5 kJ = 1173,9 kJ

**4 – masala.** 3,27 g rux yondirilganda 173,9 kJ issiqlik ajralib chiqdi. Rux oksidning hosil bo’lish issiqligini aniqlang.

**Yechish.** Reaksiya termokimyoviy tenglamasini yozamiz:   
 3,27*g* 173,9*kJ*   
 *Zn* + 0,5*O*2 = *ZnO* + *Q* ;

65,38*g*

tenglamani yechsak *Q* = 65, 38•173,9 /3.27= 347,7*kJ* ga teng.

**Kimyoviy reaksiya ichki energiya va gibbs energiyasi o’zgarishi. Entropiya**.

O’zgarmas bosimda sodir bo’ladigan jarayonlarni harakatga keltiruvchi kuch – sistemada izobar potensialining o’zgarishi deb ataladi, uni ΔG bilan ifodalanadi. Bu kattalik Gibbs energiyasi ham deyiladi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

ΔGº = ΔH – TΔS

Bu yerda ΔH reaksiyaning entalpiya faktori, TΔS esa uning entropiya faktori deyiladi. Ular bir-biriga qarama-qarshi harakatlarni ifodalaydi. ΔH sistemadagi tartibsizlik   
darajasini kamaytiradi. TΔS – tartibsizlik darajasini ko’paytiradi. ΔGº = 0 bo’lganda entalpiya faktori uning entropiya faktoriga teng bo’ladi: ΔH = TΔS

Bu sharoitda sistema muvozanat holatga keladi. O’z-o’zicha boradigan reaksiyalar   
uchun ΔGº < 0 bo’ladi. Bu yerda uchta muhim holat bo’lishi mumkin.

1.Reaksiyaning entalpiya faktori ΔHº ham, ΔS ham reaksiyalarning borishiga yordam beradi: buning uchun ΔHº<0 va ΔS>0 bo’lishi kerak. Bunda asosiy vazifani entalpiya faktori bajaradi.

2.Reaksiyaning borishiga faqat reaksiyaning entalpiya faktori ΔHº yordam beradi. Bu holda ΔHº ning issiqlik qiymati katta bo’ladi. U manfiy qiymatga ega bo’ladi:-ΔH<0.

3.ΔHº>0 bo’lib, entropiya faktori ΔHº dan ancha katta bo’lganida ham reaksiya o’z-   
o’zicha borishi mumkin. Demak, ekzotermik reaksiyada entalpiya faktori ΔHº ning   
kamayishi entropiya faktori TΔS ning ortuvini “bosib ketadi” (qoplaydi). Endotermik reaksiyalarda (yuqori haroratlarda) entalpiya faktori entropiya faktorini bosa olmaydi.

**1– masala**. Kimyoviy reaksiyada ichki energiya oz’garishini hisoblash. Quyidagi sistema uchun ΔHº298 va ΔU larni aniqlang: 2Cl2 + 2H2O (g) = 4HCl (g) + O2.   
ΔHº298(H2O) = -241,84 kJ/mol, ΔHº298(HCl) = 92,3 kJ/mol.

**Yechish.** Ichki energiya ΔU va entalpiya ΔH quyidagicha munosabatda bog’liq:

ΔU = ΔH – ΔnRT, bu yerda Δn – gazsimon reaksiya mahsulotlari va boshlang’ich moddalar mol

sonining o’zgarishi (Δn = ∑nmahs. – ∑nbosh.mod.);

ΔH = 4ΔHº298 HCl(g) - 2ΔHº298 H2O (g) = 4 (-92,3) – 2(-241,84) = -369,2 + 483,68 =

114,48 kJ; Δn = 5 – 4 = 1; R = 8,3144 J/(mol·K); T = 298K.

Reaksiya uchun ichki energiya o’zgarishini topsak:

ΔU = 114,48 - 1·8,3144·298·10-3 = 112,0 kJ.   
Demak sistema ichki energiyasi 112,0 kJ ga oshadi.

**2– masala**. Fazaviy o’tishda ichki energiyaning o’zgarishini hisoblash. 250 g suvni 20ºC da bug’lanishida ichki energiya o’zgarishini aniqlang. Bunda suv bug’i ideal gaz qonunlariga amal qiladi. Suyuqlik hajmini bug’ hajmiga nisbatan hisobga olinmasligi mumkin. Suv bug’i hosil bo’lish nisbiy issiqligi 2451 J/g.

**Yechish.** Suv bug’langan H2O (s) → H2O (g) holat uchun Δn=1. Suv bug’i hosil bo’lish issiqligi ΔH ni topsak: 2451 J/g \* 18g/mol = 44118 j/mol = 44,12 kJ/mol.

Ichki energiya o’zgarishini aniqlashda bug’lanayotgan suv mollar soni   
(250/18=13,89) hisobga olinadi: ΔU = (44,12 - 1·8,3144·293·10-3)13,89 = 579,0 kJ.   
Demak, sistema ichki energiyasi 579,0 kJ ga oshadi.

**3-Masala.** SO2+O2 SO3, H=−192 *kJ/mol* sistemada 5 *l* oltingugurt ( V)   
oksidning yonishidan qancha issiqlik ajralib chiqadi? ***Yechish*:** Reaksiya tenglamasini tuzsak: 2SO2+O2 2SO3 bo‘ladi. 2 *mol* SO2 yonishidan 2 *mol* SO3 hosil bo‘ladi va masalaning sharti bo‘yicha 1 *mol* SO2 yonishida 192 *kJ* issiqlik ajralib chiqqanligidan foydalanib, reaksiya   
tenglamasi asosida quyidagi proporsiyani tuzamiz:

22,4 5

= , *x*=42,857 *kJ*.   
 192 *x*

Demak, reaksiya natijasida 42,857 *kJ* issiqlik ajralib chiqar ekan.

**4-masala.** 8,4 *g* temir bilan oltingugurt ta’sirlashib, temir (II) sulfid hosil bo‘lganida

14,3 *kJ* issiqlik ajralib chiqqan bo‘lsa, shu reaksiyaning issiqlik effekti qancha bo’ladi? ***Yechish*:** Reaksiya tenglamasini tuzsak: Fe+S→FeS hosil bo‘ladi. Tenglama asosida

proporsiya tuzsak: 8*,*4 56

= *,x* = 95*,*3 *kJ/mol*.

14*,*3 *x*

**5-masala**. CO+(1/2)O2→CO2+283 va C+(1/2)O2→CO+110 *kJ* reaksiyalarning

issiqlik effektlari bo’yicha C+O2→CO2 reaksiyaning issiqlik effektini hisoblang.

***Yechish*:** C+O2→CO2 reaksiya ikki bosqichdan iborat bo‘lib, uning birinchi   
bosqichi: C+(1/2)O2→CO+110 *kJ* va ikkinchi bosqichi CO+(1/2)O2→CO2+283 *kJ*

tenglamalar bilan tasvirlanadi. Dastlabki reaksiyaning issiqlik effekti har bir bosqich issiqlik effektlari yig‘indisiga teng bo‘ladi: *Q*=110+283=393 *kJ*.   
***ENTROPIYA*** *Entropiya* ( *S*) − sistemaning termodinamik funksiyasi bo‘lib, u yopiq sistemalarda kimyoviy reaksiyalarning o‘z-o‘zidan kyechish−kechmaslik imkoniyatini ko‘rsatadigan mezondir.

 Reaksiya yopiq sistemada o‘z-o‘zidan kechsa, entropiya musbat (*S>0*), kechmasa manfiy (*S<0*) bo‘ladi. Entropiya ham entalpiya singari Gess qonunidan kelib chiqadigan xulosalarga mos ravishda bosqichli reaksiya uchun umumiy reaksiyaning entropiyasi ayrim reaksiyalar entropiyalari yig’indisiga teng. To‘g‘ri reaksiyaning entropiyasi teskari reaksiyaning entropiyasiga son jihatdan teng bo‘lib,qarama- qarshi ishoraga ega bo‘ladi. Standart entropiya ham mahsulotlar standart entropiyalari yig‘indisidan ta’sirlashuvchi moddalar entropiyalari yig‘indisining ayirmasiga teng:

Δ*S*=Σ*Smah* −Σ*Sta's,*

bu erda *Smax* va *Sta’s* − reaksiya mahsulotlari va ta’sirlashuvchi moddalar standart entropiyalari yig‘indisi. **1-mashq**. 2SO2(*g*)+O2(*g*)=2SO3(*g*) reaksiyaning standart entropiyasini hisoblang va mazkur reaksiyaning yopiq sistemada o‘z-o‘zidan kechish-kechmasligini aniqlang. ***Yechish***: *ilova*dan moddalarning standart entropiyalari olinib, S= *Smah*− *Sta’s*

formulagi qo‘yilsa:

S= *Smah*− *Sta’s=*2\*257−(2\*248+205)=−187 *kJ/K*

hosil bo‘ladi. Reaksiyaning entropiyasi manfiy bo‘lganligi uchun bu reaksiya yopiq

sistemada o‘z-o‘zidan kechmaydi.

**7-AMALIY TOPSHIRIQ.**

**BERILGAN MASHQ VA MASALALARNI BAJARING?**

**1.** CO+O2=CO2, H=-564 *kJ* sistemada 11,2 *l* uglerod (II) oksidning yonishidan

qancha issiqlik ajralib chiqadi?

**2.** N2+O2=NO, H=+180 *kJ* sistemada 5,6 *l* azot hosil bo’lishi uchun qancha issiqlik

talab etiladi?

**3.** H2+O2=H2O, H=-483,6 *kJ* sistemada 9 *g* suv hosil bo’lishida qancha issiqlik

chiqadi?

**4.** Mg+O2→MgO+1220 *kJ* sistemada 4 *g* magniy oksid hosil bo‘lishida qancha

issiqlik chiqadi?

**NAMUNA:**

**1-Masala.** SO2+O2=SO3, H=−192 *kJ/mol* sistemada 5 *l* oltingugurt (IV) oksidning

yonishidan qancha issiqlik ajralib chiqadi? ***Yechish*:** Reaksiya tenglamasini tuzsak:

2SO2+O2=2SO3

bo‘ladi. 2 *mol* SO2 yonishidan 2 *mol* SO3 hosil bo‘ladi va masalaning sharti bo‘yicha 1

*mol* SO2 yonishida 192 *kJ* issiqlik ajralib chiqqanligidan foydalanib, reaksiya   
tenglamasi asosida quyidagi proporsiyani tuzamiz:

22,4 5

= , *x*=42,857 *kJ*.   
 192 *x*

Demak, reaksiya natijasida 42,857 *kJ* issiqlik ajralib chiqar ekan.

**5**. 8,1 *g* rux oksidi hosil bo‘lganda 34,8 *kJ* issiqlik ajralgan bo‘lsa, reaksiyaning

issiqlik effekti qancha bo‘ladi?

**6.**  9 *g* alyuminiy kislorodda yondirilganda 273,5 *kJ* issiqlik ajralib chiqqan bo’lsa,

reaksiyaning issiqlik effekti qancha bo‘ladi?

**7.** 15,2 *g* magniy oksidi hosil bo‘lganda 305 *kJ* issiqlik ajralgan. Reaksiyaning

issiqlik effekti qancha bo‘ladi?

**2-masala.** 8,4 *g* temir bilan oltingugurt ta’sirlashib, temir (II) sulfid hosil bo‘lganida

14,3 *kJ* issiqlik ajralib chiqqan bo‘lsa, shu reaksiyaning issiqlik effekti qancha bo’ladi? ***Yechish*:** Reaksiya tenglamasini tuzsak: Fe+S→FeS hosil bo‘ladi. Tenglama asosida

proporsiya tuzsak:

8*,*4 56

= *,x* = 95*,*3 *kJ/mol*.

14*,*3 *x*

**3-Masala**. Ohaktoshning parchalanish reaksiyasining termokimyoviy tenglamasi:

CaCO3=CaO+CO2−178 *kJ* bo’lsa, 2,24 *m3* karbonat angidrid olish uchun qancha   
issiqlik sarflanadi?

*Yechish*: Reaksiya tenglamasi bo‘yicha proporsiya tuzsak:

22*,*4 2240

= *,x* =17800 *kJ*.

178 *x*

**8.** 2 *mol* fosfor yonganda 1505 *kJ* issiqlik chiqsa, 500 *g* fosfor yonganda qancha

issiqlik ajraladi?

**9.** Mis (II)−oksiddan xlorid kislota ta’siridan 1 *mol* mis (II) xlorid olganda 63,6 *kJ*

issiqlik ajraladi. 120 *g* mis (II)−oksidga kislota ta’sir ettirganda qancha issiqlik ajraladi?

**10.** 1 *mol* etilen yonganda 1400 *kJ* issiqlik ajralsa, 56 *g*; 3,5 *mol* va 67,2 *l* etilen   
ta’sirlashganda qancha issiqlik chiqadi?

**11.** 22,4 *l* atsetilen yonganda 1305 *kJ* issiqlik ajralsa, 2 *mol*; 224 *l* va 5,2 *g* atsetilen   
yonganda qanchadan issiqlik ajraladi?

**12.** Tarkibi ko‘mir va suv bug‘laridan tashkil topgan aralashmadan tarkibida 1 *mol*   
CO va 1 *mol* H2 bo‘lgan aralashma hosil qilish uchun 132 *kJ* issiqlik sarflangan bo‘lsa,

tarkibida 56 *g* CO va 44,8 *l* vodorod, 2,24 *l* CO va 0,2 *g* vodorod bo’lgan aralashmalar hosil qilish uchun qancha issiqlik sarflanadi?

**13.** 2 *mol* oltingugurt (IV)−oksid yondirilganda 284,2 *kJ* issiqlik ajralsa, 6,4 *g* SO2   
yonganda qancha issiqlik ajraladi?

**14.** Xlorid kislotani oksidlab, 2 *mol* xlor gazi va 2 *mol* suv bug‘lari olganda 116,4 *kJ* issiqlik ajralgan bo‘lsa, 7,1 *g* xlor va 22,4 *l* suv bug‘lari olinganda qanchadan issiqlik chiqadi?

**4-masala**. CO+(1/2)O2→CO2+283 va C+(1/2)O2→CO+110 *kJ* reaksiyalarning issiqlik effektlari bo’yicha C+O2→CO2 reaksiyaning issiqlik effektini hisoblang.

*Yechish*: C+O2→CO2 reaksiya ikki bosqichdan iborat bo‘lib, uning birinchi   
bosqichi: C+(1/2)O2→CO+110 *kJ* va ikkinchi bosqichi CO+(1/2)O2→CO2+283 *kJ*

tenglamalar bilan tasvirlanadi. Dastlabki reaksiyaning issiqlik effekti har bir bosqich issiqlik effektlari yig‘indisiga teng bo‘ladi:

*Q*=110+283=393 *kJ*.