

438
669.05
1746

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA TA'LIM
VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI**

**PIROMETALLURGIYA
JARAYONLARI NAZARIYASI**
fanidan amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya
ishlari uchun uslubiy qo'llanma

Toshkent 2013

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA TA'LIM
VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI**

**PIROMETALLURGIYA
JARAYONLARI NAZARIYASI**
fanidan amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya
ishlari uchun uslubiy qo'llanma

Toshkent 2013

UDK 669.

Pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi fanidan analiy va laboratoriya mashg'ulotlari uchun uslubiy qo'llanma. Yusupxodjayev A.A., Mirzajonova S.B. – Toshkent: ToshDTU, 2013.

Uslubiy qo'llanmada kimyo va fizik kimyo qonuniyatlarining metallurgik hisobotlarga qo'llanish misollari keltirilgan. Hisobotlarga kerak bo'lgan axborot materiallari va mustaqil ishlashga vazifalar berilgan.

Uslubiy qo'llanmada "Pirometallurgiya jarayonlari nazariyasi" fanini to'liq o'zlashtirishga yo'naltirilgan tajriba ishlari to'plangan. Har bir ish ikki soatga mo'ljallangan bo'lib, ishning maqsadi, ishni bajarish uchun kerakli jihoz va materiallar, laboratoriya ishini bajarish tartibi va tajribada olingan natijalarga ishlov berish uslublarini o'z ichiga olgan.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashi qarori asosida nashr etildi.

Taqrizchilar:

1. O'zMU, Kimyo fakulteti, "Noorganik kimyo" kafedrası professori, k.f.d., prof. Xodjayev O.F.
2. ToshDTU, Geologiya va konchilik ishi fakulteti, "Konchilik ishi" kafedrası dotsenti, t.f.n. Umarova I.K.

1 - amaliy mashg'ulot

Metallurgiya sohasida qo'llaniladigan stexiometrik hisoblar

Hozirgi zamonda texnik hisoblarda ilmiy ishlab chiqarishda uzunlik o'lchov tizimidan foydalaniladi. Texnik va uzunlik o'lchov tizimining asosiy birikmalari 1 m, 1 kg, 1 sek (MKS).

Biror narsaning katta-kichikligini ifoda etishda fizikaviy va fizika-kimyoviy miqdorlarini hisoblashda (CGS) tizimidan, ya'ni asosiy birikmalari bo'lgan 1 sm, 1 g, 1 sek. dan foydalanamiz.

Uzunlik o'lchov tizimini asosiy fazilatlari quyidagilar:

1. Uning bir xil o'nga bo'linishi uzunlikning, hajm, og'irlik, mayda birligida 10, 100, 1000 va juda mayda birliklar ham bor bo'lib, ular ko'paytirish va bo'lish orqali oson topa oladi.

2. Og'irlikning o'lchov birligi etib (dengiz yuzining 45 kenglikdagi past-balandlik darajasi olingan) 4°C haroratdagi toza suvning bir kub ditsimetr (litr) og'irligi olingan, bu o'z navbatida 1 m suv 1000 kg, yoki 1 t, shuningdek 1 sm³ - 1 grammga tengdir. Har qanday moddaning solishtirma og'irligini bilib uning hajmini topish mumkin yoki aksincha.

Shu ikki o'lchov birligidan foydalangan holda hisob-kitoblar ancha soddashtirilgan holda hisoblanganda, shuning uchun metr o'lchov tizimi 1875 da o'lchov va og'irlik o'lchovi internatsional konventsiyasida xalqaro tan olingan.

Shunga qaramay hozirgi ba'zi bir davlatlar eski noqulay tizimda foydalanib kelishadi. Bular qatoriga ingliz davlat tili davlatlari (Buyuk Britaniya, AQSH, Kanada va boshqalar) kiradi, ularda asosiy uzunlik o'lchov birligi etib, 1 funt (12 dyuyma = 0,3048 m); og'irlik birligi - funt (16 untsiy = 7000 gran = 0,4536 kg) va 1 ingliz t (2240 funt = 1,016 m) va hokazo.

Ingliz tilida metallurgiya bo'yicha juda ko'p kitoblar bor, shuning uchun metallurgiya tez-tez inglizcha uzunlik o'lchov birligi va og'irlik o'lchov birliklariga murojaat etishga to'g'ri keladi. Ingliz adabiyotida materiallar raqami uzunlik bo'yicha hisoblab chiqariladi. Adabiyotlarda inglizcha o'lchov birligidan bu o'lchov birligiga o'tishda o'tish ko'paytiruvchilari berilgan.

Stexiometrik va issiqlik metallurgik hisob-kitoblarda asosiy qilib uzunlik o'lchov birligi olingan.

Og'irlik (M, m) asosiy metallurgik og'irlik o'lchovlari etib

kilogramm (kg), ko'p miqdordagi tonna (t), kichik miqdordagi og'irlik uchun-gramm (g) olingan.

Ba'zi hollarda moddaning og'irligi molekular birlikda kilogramm-molekula (kg-mol) yoki gramm-molekula (g-mol), ya'ni moddaning miqdori mirdaks ifodalanadi. Shunga ko'ra uning molekular og'irligi kg yoki grammda ifodalanadi. Masalan: 1 kg-mol kislorod 32 kg, oltingugurt angidrid 64 kg, pirit - 120 kg yoki 1 g-mol shunga muvofiq 32, 64, 120 g tengdir.

Moddaning og'irlik o'lchovidan osongina molekular og'irlik o'lchoviga yoki aksincha o'tish mumkin. Masalan: 224 kg oltingugurt angidrid $224 : 64 = 3,5$ kg-mol bo'lsa, $0,8 \text{ kg SO}_2 = 64 \cdot 0,8 = 51,2$ kg tengdir. $36 \text{ kg pirit} : 120 = 0,3$ kg teng bo'lsa, 12 kg-mol esa $120 \cdot 12 = 1440$ kg tengdir.

Hajm sig'im (V, v). Bir metr kub (m^3), sig'im 1 kg olingan. Sig'im uchun 1 litr - 1 kg suv olingan, uning katta bo'lmagan zichlik bilan, ya'ni (4 haroratda 1 atm.).

Texnikada qattiq moddalarning hajmi asosan m^3 da, suyuq va gazlar esa l (litr) va m^3 da o'lchanadi.

Solishtirma og'irlik (D, d) solishtirma hajm (v/g). Jismning uning hajmiga nisbatan solishtirma og'irlik deyiladi:

$$D = m/v = g/v$$

va 1 g/sm^3 deb ifodalanadi. Suvning 4°C harorat ostidagi va 1 at. dagi zichligi (solishtirma og'irligi) 1 g/sm^3 bo'lsa, unda qattiq jismlarning va suyuqlikning (4°C va 15°C) solishtirma og'irligi tenglashtirishda 1 deb olinadi. Gazlarning zichligini tenglashtirishda normal sharoitda havo olinadi.

Solishtirma og'irlik va zichlik o'rtasida farq bo'lmasada, qattiq jismlar uchun solishtirma og'irlik va gazlar uchun zichlik, suyuq moddalar uchun solishtirma og'irlik va zichlik termini qo'llaniladi.

Qattiq jismlar va suyuqlikning solishtirma og'irligi uchun haroratning va bosimning unga ahamiyati yo'q, shuning uchun ularga har xil haroratda va bosimda bir xil qabul qilinadi. Aksincha, gazlarning zichligini o'lchashda bosim va harorat katta rol o'ynaydi. Har xil moddalarning solishtirma og'irligi quyidagi formula bo'yicha chiqariladi:

$$D = \frac{100}{\frac{a}{d_1} + \frac{b}{d_2} + \frac{c}{d_3} \dots}$$

Solishtirma hajm (v/g) deb 1sm^3 , 1m^3 va 1l joydagi 1kg, 1t aytiladi. Solishtirma hajm solishtirma og'irlikning teskarisidir.

$$D = \frac{100}{\frac{65}{5} + \frac{12}{4,2} + \frac{5}{4,0} + \frac{18}{2,7}} = 4,2$$

Bosim (P, p). Bir maydon sirtiga ta'sir qiluvchi kuch bosim deb yuritiladi. Texnikada bosim atmosfera (1at) simob usti bilan o'lchanadi(mm.rt.st), 1mm suv ustini, yoki 1sm^2 dagi kg (kg/sm^2) bilan o'lchanadi, ingliz tizimida esa 1 kvadrat dyuymdagi 1 ingliz funti bosim deb ifodalanadi.

Fizik va texnik atmosferalarga bo'linadi.

1. Fizik atmosfera deb 760 mm simob ustuni (0°C) otidagi bosimga aytiladi yoki normal holda, ya'ni $1033,3\text{ g}/\text{sm}$ bosimga teng. Texnik yoki uzunlik (o'lchov) atmosfera etib $1,0333\text{ kg}/\text{sm}$ bosimga teng. Texnik yoki uzunlik (o'lchov) atmosfera etib $1,0333\text{ kg}/\text{sm}$ yoki $10333\text{ kg}/\text{m}$ olinadi.

Monometrik yoki ortiqcha (r.atm) va absolut yoki haqiqiy (Pa , atm) bosimni aniqlash kerak. Monometrik bosim monometr yordamida o'lchanadi, uning siyraklashuvini (vakuum,r) o'lchaydi ya'ni ushbu apparatdagi barometrik bosimni ortiqcha salbiy bosimni yoki oxirgi o'lchangan bosimda ortiqcha bosimni o'lchaydi. Absolyut bosim barometrik va monometrik bosimning algebraik yig'indisidan tashkil topadi:

$$\text{Pa} = \text{Pv} + \text{Ph} \text{ (agar bosim atmosferadan ko'p bo'lsa)}$$

$$\text{Pa} = \text{Pv} - \text{Ph} \text{ (agar siyraklashsa)}$$

$$\text{Pa} = \text{Pv} + \text{Ph} = 0,00136 \cdot 750 + 1,83 = 2,85\text{ kg}/\text{sm}^2.$$

$$\text{Pa} - \text{Pv} - \text{Ph} = 750 - 529 - 221\text{ mm rt.st.}$$

$$0,00136 \cdot 221 = 0,30\text{ kg}/\text{sm}^2.$$

Harorat (T, t). Texnikada haroratni o'lchash kerak, ya'ni jismning qizish darajasini, xalqaro harorat gradus ($^\circ\text{C}$)da, ingliz tilidagi davlatlarda esa Faringeyt ($^\circ\text{F}$) shkalasida o'lchanadi. Fizik-kimyoviy hisob-kitoblarda asosan absolut harorat Kelvin (K) shkalasi bo'yicha hisoblanadi, bunda graduslar xalqaro nol $^\circ\text{C}$ deb topilgan absolut nol harorat - 273°C hisoblab chiqariladi. Demak, absolyut harorat quyidagi nisbat bo'yicha topiladi:

$$T = 273^{\circ} + t^{\circ}$$

Issiqlik (Q, q). Issiqlik katta yoki kichik kaloriya deb hisoblanadi (kkal). Kichik kaloriya deb 1°C haroratda 1 g suvni normal bosimi ostida isitish uchun ketgan issiqlikka aytiladi (ya'ni $19,5^{\circ}\text{C}$ dan 20°C gacha), bitta katta kaloriya deb esa, shu sharoitda 1 kg suvni 1°C da isitishga ketgan issiqlikka aytiladi. Shunday qilib 1 kkal - 1000 kal, shuning uchun bundan keyin katta kaloriya - kilokaloriya deb yuritiladi. Texnik hisoblarda issiqlik kilokaloriya bilan o'lchanadi.

Takrorlash uchun savollar

1. Stexiometriya deb nimaga aytiladi?
2. Bosim, harorat, solishtirma og'irlik o'lchov birliklari qanday nomlanadi?

2- amaliy mashg'lot

Kimyoviy qonunlar asosida stexiometrik hisoblash

Har qanday metallurgik hisob-kitoblarda birinchi asosiy vazifa bu kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan moddalarning og'irlik munosabatlaridir. Bu hisoblar stexiometrik hisoblar orqali hisoblab chiqariladi, ya'ni og'irlik va hajm bo'yicha kimyoviy tenglama hisoblab chiqiladi.

Kimyoviy tenglamalarni tuzishda demakki, stexiometrik hisoblarda, murakkab moddalarda elementlar birikmasining hosil bo'lishi bu qonunlar asosida moddalarning tuzilishida molekular - kinetik nazariyasi yotadi.

Moddalarning (materiya) saqlanish qonuni

Kimyoviy tenglamalarni tuzishda avval materialning saqlanish qonundagi foydalanishlar: bir jarayon vaqtida olingan hamma moddalarning og'irlik yig'indisiga teng, ya'ni reaksiyaga kirishgan barcha moddalar yig'indisi, hosil bo'lgan barcha moddalar yig'indisiga teng, ya'ni reaksiyaga kirishgan moddalar yig'indisiga teng. Shu qonun kimyoviy reaksiyalar tenglamasini tenglashtirishda ko'rinadi.

Tarkibining doimiylik qonuni. Bu qonun bo'yicha kimyoviy birikmalar shu bir xil og'irlik va o'sha elementlardan tashkil topadi. Boshqacha aytganda, bu qonun bo'yicha barcha kimyoviy birikmalar

tabiatda hosil bo'lish jarayonidagi doimiy alohida tarkibda hosil bo'ladi. Masalan SO_2 oltingugurt angidrid hosil bo'lishi doim bir xil tarkibga ega: 1 atom oltingugurt va 2 atom kislorod yoki 1 g/atom oltingugurt (32,06 g) ga 2 atom kislorod ($16 \cdot 2 = 32$ g) to'g'ri keladi.

Og'irlik (massa)ning qo'shilishi qonuni yoki ularning qisqa munosabati

Ba'zi bir elementlar boshqa elementlar bilan bir yoki bir necha kimyoviy birikmada uchrashishi mumkin. Ularning hosil bo'lishi qisqa munosabatiga, ya'ni murakkab moddalarning hosil bo'lishida bir element qisqacha biron bir birikmada qisqacha kirishishi yoki butunlay birikishi hosil qilish mumkin. Masalan, FeS temir - sulfidida Fe 56 % va S 32 % tashkil etsa, $\text{FeS}_2 = \text{Fe } 56 \% \text{ ni va S } 64 \% \text{ ni}$ tashkil etadi.

Hajmlarning birikish qonuni

Bu qonun bug' holatidagi gazlarga taalluqlidir. Bir haroratda va bir xil bosim ostida reaksiyaga kirishayotgan gazlar hajmi bir-biriga bog'liqdir.

Masalan, 2 hajm kislorod 2 hajm vodorod bilan birikib 2 hajm suv bug'ini hosil qiladi.

Avogadro qonuni. Avogadro qonuniga asosan bir xil harorat va bir xil bosim ostida reaksiyaga kirishgan har xil gazlar hajmidagi molekulalar soni bir xil bo'ladi. Molekular - kinetika nazariyasiga muvofiq 0° va 1 atmosfera barcha moddalardagi molekulalar soni bir xil bo'ladi.

Avogadro soni. Demak, biror-bir moddaning gramm-molekula soni bir xil haroratdagi va bosimdagi bug' holatidan yoki gaz holatidagi va bosimdagi bug' holatidan yoki gaz holatidagi bo'lsada bir xil hajmga egadir, tajribalardan belgilanganki, biron-bir 1 g-mol gazning 0° va 1 atmosferadagi hajmi 22,414 l teng yoki 1 kg-mol 22,414 m^3 tengdir. Bu molekular yoki molar hajm deyiladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Modda massasining saqlanish qonuni deb nimaga aytiladi?
2. Avogadro qonuni va doimiysi deb nimaga aytiladi?

3 - amaliy mashg'ulot

Metallurgik hisoblarda kimyoviy tenglamalar

Yuqorida ko'rsatilgan qonunlar kimyoviy formulalar tuzishda va kimyoviy reaksiyalarni kimyoviy tenglamalar ko'rinishida ko'rsatishda qo'llaniladi. Kimyoviy tenglamalarda chap tomonda barcha reaksiyaga kirishgan moddalar va o'ng tomonda esa barcha hosil bo'lgan moddalar ko'rsatilgan.

Kimyoviy tenglamaning chap va o'ng tomonidagi moddalar kimyoviy, fizikaviy xossalari jihatidan bir-biridan farq qiladi, ammo chap va o'ng tomonlar bir xil massaga ega bo'lishadi. Shuning uchun kimyoviy tenglamalar moddaning saqlanish qonuniga asosan algebraik qonuniyatga bo'ysunmaydi, algebraik hisoblanadi xolos.

Kimyoviy jarayonlar vaqtida reaksiya kirishayotgan moddalarning miqdoriy munosabatini ko'rsatadi, uning eng asosiy bahosi ham shudir.

Stexiometrik hisoblar bo'yicha molekular tenglamalarda reaksiya kirishayotgan moddalar molekular formulalarda ifodalanadi. Molekular tenglamalar og'irligi, hajmi bo'yicha oson hisoblanadi va biri ikkinchisiga o'ta oladi.

1-misol. Rux sulfidi kislorod bilan reaksiyaga kirishi natijasida rux oksidi hosil bo'lib, gaz ajralib chiqadi. 150 kg rux sulfididan qancha miqdorda gaz ajralib chiqishini hisoblash quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

		$2\text{ZnS} + \text{SO}_2 = 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$			
Molekulala	2	3	3	2	
r...					
Hajmi	-	3·22,4 =	-	2·22,4=4	
		67,2		4,8	
Og'irligi...	2·97,4	3·32	2·81,3	284,06	
....	4		8		
	194,8	96	162,7	128,12	
	8		6		
	194,88 kg ZnS		96 kg O ₂		
	150 kg ZnS		x O ₂		

$$x = \frac{96 \cdot 150}{194,88} = 73,9 \text{ kg}$$

Kislorodning hajmini quyidagi proporsiya orqali hisoblab topamiz.

194,88 kg ZnS ajraladi 67,2 m³ O₂

150 ZnS x O₂

$$x = \frac{67,2 \cdot 150}{194,88} = 51,7 \text{ m}^3 \text{ atm.da}$$

Massa bo'yicha formulaga qo'yib yechilsa hajmi to'g'riligi ko'rinadi

$$V = g \frac{22,4}{M} = 73,9 \frac{22,4}{32} = 51,7 \text{ m}^3$$

Oltinugurt angidridi olish uchun proporsiya bo'yicha hisoblab topamiz:

194,88 kg ZnS oksidlanish natijasida 44,8 m³ SO₂

150 ZnS x SO₂

$$x = \frac{44,8 \cdot 150}{194,88} = 34,5 \text{ m}^3 (0^\circ \text{ yoki 1 atm.ga teng)}$$

Og'irlik miqdori bo'yicha formulaga qo'yib topamiz

$$n = M \frac{M}{22,4} = 34,5 \frac{64,06}{22,4} = 98,7 \text{ kg}$$

ZnO ni olingan miqdori quyidagicha

$$\frac{162,76}{194,88} = 125,8 \text{ kg.}$$

Takrorlash uchun savollar

1. Mis sulfidini stexiometrik usul bilan ajratib olishbo'yicha aniqlang.
2. Avogadro qonuniyatidan kelib chiqqan holda sulfid oksidining hajmini aniqlang.

4 - amaliy mashg'ulot

Metallurgik hisoblardagi usullar va aniqliqlik

Metallurgik hisoblarda stexiometrik hisoblash ikki usulda: oddiy og'irlik va molekular og'irlik, Le-Shatele taklif etgan usullarda amalga oshiriladi. Og'irlikni o'lchashda reaksiyaga kirishayotgan barcha moddalar kimyoviy tenglama ko'rinishida o'zaro miqdoriy taqqoslanadi va proporsiyalar tuziladi. Le-Shatel'e usulida moddalarning miqdori molekular hajmda (m.x.) oddiy og'irlik nisbati bo'yicha molekular tenglamadan kelib

chiqib hisoblanadi, ya'ni barcha reaksiyaga kirishgan ma'lum miqdordagi moddalarning molekular og'irliklari (hajm) olinib hisoblanadi. Natijani hajm (22,4) soniga ko'paytiriladi.

$$V = 22,4 \cdot x \text{ l yoki } m^3 \text{ } 0^\circ \text{ bo'lganda va } 1 \text{ atm.}$$

Natijani og'irlikda ifodalash uchun dastlabki moddaning molekular og'irliigi (massasi) molekular hajmga (x) ko'paytiriladi:

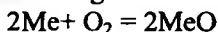
$$g = M \cdot x \text{ g yoki kg.}$$

$$\text{Zn} - 40:65,38=0,612 \text{ m.o.};$$

$$\text{Cd} - 112:112,4=0,107 \text{ m.o.};$$

$$\text{Cu} - 63,5:63,5=0,314 \text{ m.o.}$$

Quyidagi tenglamadan metallning oksidlanishi



$$\text{oksidlanganda } 2 - 0,612 : 2 = 0,306 \text{ m. o.}$$

$$\text{Cd} - 0,107:2 = 0,053 \text{ m.o.}$$

$$\text{Cu} - 0,314:2 = 0,157 \text{ m. o.}$$

$$0,516 \text{ m. o.,}$$

100 kg kek dan iborat

$$V = 22,4 \cdot x = 22,4 \cdot 0,516 = 11,56 \text{ l } (0^\circ \text{ bo'lganda } 1 \text{ at}) \text{ yoki}$$

$$g = M \cdot k = 32 \cdot 0,516 = 16,51 \text{ kg.}$$

$$500 \text{ kg kekka kerakli bo'lgan kislorod } \frac{11,56 \cdot 500}{100} = 57,80 \text{ m}$$

$$(0^\circ \text{ bo'lganda } 1 \text{ am}) \frac{16,51 \cdot 500}{100} = 82,55 \text{ kg}$$

Le-Shatele usuli agar kimyoviy jarayon gazlar bo'yicha bo'lsa ancha oson hisoblab chiqariladi. Shuning uchun bunday holatlarda Le-Shatele usulidan foydalaniladi. Masalan: yopish jarayonida miqdoriy munosabatlar (zarur havo sarfi, tutunli gazlar tarkibi va boshqalar) shu usulda hisoblanadi. Le-Shatele usuli asosan molekular holda belgilanadi.

Hisobini aniqlashda metallurgik hisob-kitob shu jarayon yo'nalishiga to'g'ri kelishi kerak. Unga ko'p na kam bo'lishi kerak, u jarayonda ko'rsatilgan miqdorga aniq kelishi kerak. Ya'ni, shixtani hisoblashda issiqlik balansini tuzishda va boshqa hisob-kitoblar albatta 3-4 sonlargacha aniqlikda hisoblash zarur. Katta aniqlik vaqtini bekor ketkazishga va hech qanday ma'noga ega bo'lmas edi. Haqiqatda ishlab chiqarish jarayonida barchasi asos qilib olingan reaksiyaga

kirishayotgan moddalar to'liq va aniq ko'rsatilmaydi. Metallni qayta ishlovga olishdagi kimyoviy sinovlarda ikki o'nlikkacha bo'lgan belgilar ko'rsatiladi va u har doim materiallar tartibiga to'g'ri kelavermaydi. Shuning uchun hisob-kitoblar taxminan ma'lumotlar asosida va shu jarayondagi miqdoriy nisbatlari yaqinroq qulayroq qilib va ba'zi bir kamchiliklari bilan olinadi. Shunga qaramay ishlab chiqarishda hisob natijalari juda katta aniqlikda bo'lmaydi, chunki unda katta miqdordagi massa qatnashadi, ularni aniq hisoblash mumkin emas.

Agar shixta 1 kg dan kam bo'lmagan aniqlikda o'lchansa, unda natija ham 0,1 kg gacha aniqlikda hisoblashishi mumkin. Og'irligi uncha ko'p bo'lmagan qimmatbaho materiallar qatnashgan jarayonlarda, ya'ni rafinirlashda, shlakni qayta ishlashda va boshqa jarayonlarda hisoblash ancha kam aniqlikda, ya'ni kilogramm o'rniga grammlarda aniqlangan.

Atom va molekular og'irliklardan foydalanganda 0,1 soniga yaxlitlanadi va to 1 sonigacha yaxlitlanishi mumkin. Masalan: oltingugurt 32,06 o'rniga 32; temir 55,86 o'rniga 56 olinadi; qo'rg'oshin 65,38 o'rniga 65,4 va hokazo.

$$SO_2 = \frac{1,0}{13,786} \cdot 100 = 7,2,$$

$$O_2 = \frac{1,5}{13,786} \cdot 100 = 10,9,$$

$$N_2 = \frac{11,286}{13,786} \cdot 100 = 81,9.$$

$$\text{Bundan } SO_2 = \frac{7,2 \cdot 64,06 \cdot 100}{7,2 \cdot 64,06 + 10,9 \cdot 32 + 81,9 \cdot 28} = \frac{461 \cdot 2 \cdot 100}{3103,2} = 14,9.$$

$$O_2 = \frac{10 \cdot 9 \cdot 32}{3103,2} \cdot 100 = 11,2.$$

$$N_2 = \frac{81 \cdot 9 \cdot 28}{3103,2} \cdot 100 = 73,9$$

100,0

Qabul qilingan hisoblash aniqligi barcha bir xil natijalarda bir xil ko'rinishda, ya'ni o'nliklarda bir xil ifodalanishi kerak. Masalan: agar birorta eritmaning tarkibi 0,1 foizgacha aniqlikda o'lchangan bo'lsa, barcha qolgan komponentlar ham shu bir xil o'nlikda qabul qilinishi kerak, ya'ni 2 ta yoki boshqa o'nliklarsiz emas. Bu umumiy qabul qilingan qoidaga muvofiq oxirgi son aniq deb emas, balki oldingi son

to'g'ri deb topiladi.

Masalan, agar birorta materialni 15,25 kg deb belgilasak, unda u 0,01 kg aniqlikgacha o'lchangan bo'ladi va oxirgi sonda o'ziga xos aniqlik bo'lmaydi, bunda avvalgi son aniq deb hisoblanadi. Shuning uchun qabul qilingan aniqlik bo'yicha hisoblanadi, masalan agar 0,01 kg aniqlikdagi son olingan bo'lsa unda javob ikkita nol bilan ifodalanadi (15 o'rniga 15,00 olinadi) agar avvalgi son 5 dan kichik bo'lsa, o'chiriladi, agar 5 dan katta bo'lsa 1 deb qo'shiladi (masalan 15,2364 o'rniga 15,24 deb).

Takrorlash uchun savollar

1. Le-Shatele prinsipi asosida misollarni yeching.
2. Le-Shatele usulida kimyoviy jarayonning gazlar bo'yicha hisoblab chiqaring.

5 - Amaliy mashg'ulot

Murakkab birikmalarning kimyoviy tarkibini hisoblash

1 - misol. Xalkopiritning CuFeS_2 tarkibini aniqlash.

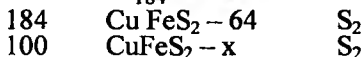
Yechish. Xalkopiritning CuFeS_2 formulasidan kelib chiqadiki, unda 2 atom oltingugurt ($32 \times 2 = 64$) bir mis (64) va bir atom temir (56) bilan bog'langan. CuFeS_2 ning molekular ogirligi $64 + 56 + 64 = 184$ ga teng. Proporsiya tuzamiz va uni yechamiz:



$$x = \frac{64 \cdot 100}{184} = 34,6\% \text{Cu}$$



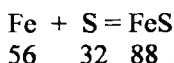
$$x = \frac{56 \cdot 100}{184} = 30,4\% \text{Fe}$$



$$x = \frac{64 \cdot 100}{184} = 35\% \text{S}$$

2 - misol. 500 kg temir sulfidi FeS olish uchun qanch temir va oltingugurt kerak bo'ladi?

Yechish. FeS ning hosil bo'lish reaksiyasidan



ko'rib turibmizki, 88 kg FeS uchun 56 kg Fe va S kerak bo'ladi. U holda 500 kg olish uchun kerak bo'ladi:

$$\text{temir } \frac{56 \cdot 500}{88} = 317 \text{ kg}$$

$$\text{oltingugurt } \frac{32 \cdot 500}{88} = 183 \text{ kg}$$

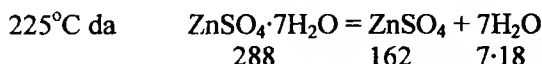
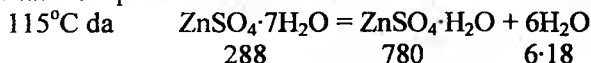
3 - misol. Tadqiqotlar bo'yicha mis rudasida 0,40 % mis xalkopirit CuFeS_2 ko'rinishida bo'ladi. Uning rudadagi tarkibini aniqlang.

Yechish. Xalkopirit formulasi bo'yicha CuFeS_2 64 massa og'irligi, mis unda 184 massa og'irligi mineral hosil qiladi, u holda, 0,40 % Cu quyidagini

$$\frac{184 \cdot 0,40}{64} = 1,15\% \text{ tashkil qiladi.}$$

4-misol. Kristallik rux sulfati $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ quritilganda 115°C da 6 mol va 225°C da suvga ajraladi. Sulfatlardagi Zn ning tarkibini quritishgacha va undan keyin shu temperaturalarda aniqlash.

Yechish. Kristallik sulfatning quritish davridagi ajralishini tenglama orqali tasavur qilish mumkin.



Ruxning 65 atom og'irligida ruxning miqdori quyidagini tashkil etadi:

$$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O da: } \frac{65 \cdot 100}{288} = 22,75\%$$

$$\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O da: } \frac{65 \cdot 100}{780} = 35,43\%$$

$$\text{ZnSO}_4 \text{ da: } \frac{65 \cdot 100}{162} = 40,5\%$$

Quritish davrida og'irlikning yuqolishi 115°C gacha

$$\frac{6 \cdot 18 \cdot 100}{288} = 37,6\%.$$

$$225^\circ\text{C gacha } \frac{7 \cdot 18 \cdot 100}{288} = 43,8\%.$$

Takrorlash uchun savollar

1. Xalkozinni CuS_2 tarkibini aniqlang.
2. Kristall mis sulfatini 125°C da eritilish darajasini aniqlang.

6 - amaliy mashg'ulot

Metallurgiyada qo'llaniladigan birikmalarning tarkibini aniqlash

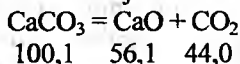
1- misol. Tahlilga ko'ra tabiiy oxakda 46% CaO bor. Aniqlash kerak:

- A) oxaktoshning tozalik darajasi.
- B) qizdirilganda chiqadigan (uchlik kaliy) gaz va oxak.
- D) olingan oxakning tozalik darajasini.

Yechish. CaCO_3 ning molekular massasi 100,1 CaCO - 56,1 demak toza oxaktosh da 56,1 % CaO bo'lishi mumkin.

46% CaO bo'lganda $\frac{100,1 \cdot 46}{56} = 82,1\% \text{CaCO}_3$ bo'ladi

Bu son oxaktoshning tozalik darajasini



Bundan ko'rinadiki 56,1 CaO da 44 CO_2 chiqadi.

Demak, qizdirilga har bir 100 kg dan

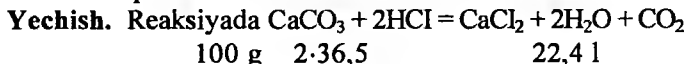
$\frac{46,0 \cdot 44,0}{56,1} = 36,1$ ga CO_2 , chiqadi, Avogadro qonuniga asosan hajm

birikmalari $V = g \frac{22,4}{M} = 18,4 \text{ m}^3$ 760 mm.rt.st.da

Qizdirilganda 100 kg oxaktoshdan 36,1 kg CO_2 chiqqani uchun $100 - 36,1 = 63,9$ kg oxaktosh olinadi. 100 kg oxaktoshdan oxakka 46 kg CaO kelib tushadi. Demak olingan oxakni tozalik darajasi

$\frac{46,0 \cdot 100}{63,9} = 72,0\%$.

2-misol. 1 atm da 150 l karbonat anhidrid gazi olish uchun tarkibida 90% CaCO_3 va 20 % li ishqoriy kislota bo'lgan oxaktoshdan qancha kerak bo'ladi.



Ko'rinadiki 22,4 l CO_2 ga 100 gr CaCO_3 va 73 HCl kerak bo'ladi. 150 l CO_2 uchun

$$1) \frac{100 \cdot 150}{22,4} = 670g \text{ toza } CaCO_3 \text{ yoki } \frac{670 \cdot 100}{90} = 744g \text{ oxaktosh;}$$

$$2) \frac{73 \cdot 150}{22,4} = 489g \text{ HCl yoki } \frac{489 \cdot 100}{20} = 2245g \text{ 20 \% li solyan kislota kerak.}$$

3-misol. Sulfidli (sink) li konsentrat quyidagi tarkibga ega 54,40% Zn 7,20 % Fe , 2,00 % Rb, 1,2% Cu 32,8 % S va boshqalar - 2,40 % . Agar qo'rg'oshin RbS mis CuFeS₂, rux marmarit ruxli aldanma bo'lib u bilan temirning bir qismi FeS va bir qismi konsentratda bo'sh piret FeS₂ ko'rinishida bo'lsa konsentratning ratsional tarkibini hisoblang.

Yechish. Avval 100 kg konsentratda ZnS, RbS va CuFeS₂ birikmalaridagi oltingugurtning miqdorini topish.

Proporsiya tuzamiz:

$$\begin{array}{r} \text{Zn} - \text{S} \\ 65,4 - 32,1 \\ 54,4 - x \end{array}$$

$$x = \frac{32,1 \cdot 54,40}{65,4} = 26,70 \text{ kg S va ZnS}$$

$$\begin{array}{r} \text{Pb} - \text{S} \\ 207,2 - 32,1 \\ 2,0 - x \end{array}$$

$$x = \frac{32,1 \cdot 1,20}{207,2} = 0,31 \text{ kg Pb va Cu FeS}_2.$$

$$\begin{array}{r} \text{Cu} - \text{S}_2 \\ 63,6 - 64,2 \\ 1,2 - x \end{array}$$

$$x = \frac{64,2 \cdot 1,20}{63,6} = 1,21 \text{ kg S va Cu FeS}_2.$$

birikmadagi Fe miqdori CuFeS₂:

$$\begin{array}{r} \text{Cu} - \text{Fe} \\ 63,6 - 55,8 \\ 1,2 - x \end{array}$$

$$x = \frac{55,8 \cdot 1,20}{63,6} = 1,05 \text{ kg Fe va CuFeS}_2.$$

Shunday qilib ZnS, RbS va CuFeS₂ hamda 26,70+0,31+1,21=28,22 kg oltingugurt va 1,05 kg temir birikkan. Oltingugurtning qolgani 32,80 - 28,22 = 4,58 kg va temirning qolgan 7,20 - 1,05 = 6,15 kg izomorf Fe va bo'sh FeS₂ tarkibidagi taqsimlanadi.

Birinchi birikmada 1 atom Fe ga 1 atom S. Ikkinchi birikmada 1 atom Fe ga 2 atom S borligini bilgan holda konsentratning tarkibini topish mumkin.

$\text{FeS}(M=87,9)$ FeS_2 ($M=120$)ni y , oltingugurt qoldig'ini A va temir qoldig'ini B bo'lgan deb belgilab tenglamalar tuzamiz va yechamiz.

1) FeS va FeS_2 dagi oltingugurt bo'lsa

$$x = \frac{32,1 \cdot x}{87,9} = \frac{64,2 \cdot y}{120} = A,$$

2) FeS va FeS_2 dagi temir bo'lsa

$$x = \frac{55,8 \cdot x}{87,9} + \frac{55,8 \cdot y}{120} = B.$$

Bu $-x$ tenglamalar sistemasini yechib quyidagini hosil qilamiz.
 Fe S uchun $x = 3,15$ $B = 2,74A$,

FeS_2 uchun $y = 3,74$ $x = 2,15$

Misolimizda A ning $4,58$ va B ning o'rniga $6,15$ qo'yib quyidagini olamiz.

$$x = 3,15 \cdot 6,15 - 2,74 \cdot 4,58 = 6,82 \text{ kg FeS},$$

$$y = 3,74 \cdot 4,58 - 2,15 \cdot 6,15 = 3,91 \text{ kg FeS}_2.$$

Endi konsentratning reaksiya tarkibini hisoblaymiz.

$$\text{ZnS} \quad 54,4 (\text{Zn}) + 26,70 (\text{S}) = 81,10$$

$$\text{FeS} \quad 6,82$$

$$\text{CuFeS}_2 \quad 1,2 (\text{Cu}) + 1,05 (\text{Fe}) + 1,21 (\text{S}) = 3,46$$

$$\text{RbS} \quad 2,0 (\text{Rb}) + 0,31 (\text{S}) = 2,31$$

$$\text{FeS}_2 \quad 3,91$$

$$\text{SiO}_2 \text{ va boshqalar} \quad \frac{2,40}{100,00}$$

Takrorlash uchun savollar

1. $\text{ZnS} + \frac{3}{2} \text{O}_2 = \text{ZnO} + \text{SO}_2$ formuladan SO_2 gaz holidagi ajralishi hisoblang.

7 - amaliy mashg'ulot

Kimyoviy tahlillar asosida jismning mineral tarkiblarini aniqlash

1-misol. Sulfidli misli ruda birligi xalkopirit va oxristosilikatdan tashkil topgan. Tahlilga ko'ra unda 16,2% sulfidi mis 9,0 % sulfidli oltingugurt bor. Rudadagi bornit va xalkopirit miqdorini aniqlash

kerak.

Yechish. Avval masalani umumiy ko‘rinishida yechamiz. Bornitning rasional formulasi $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot 2\text{Cu}_2\text{S}$ ($m=685,8$) xalkopiritning $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot \text{Cu}_2\text{S}$ ($m=367,2$), ya‘ni ikkala mineral Cu_2S va Fe_2S_3 dan iborat. Rudadagi misning miqdori tarkibini bilgan holda Cu_2S ($m=159,3$) summasini hisoblash mumkin, sulfidli oltingugurtning miqdorini bilib Fe_2S_3 ($m=207,9$)ning yig‘indisini hisoblash mumkin.

Hisoblangan Cu_2S ni A bilan Fe_2S_3 ni B bilan bornitning miqdorini x bilan va xal‘kopiritning miqdorini y bilan belgilab tenglama tuzamiz:

$$1) \text{Cu}_2\text{S} \quad x = \frac{3 \cdot 159 \cdot x}{685,8} + \frac{159,3 \cdot y}{367,2} = A,$$

$$2) \text{Fe}_2\text{S}_3 \quad x = \frac{207,9 \cdot x}{685,8} + \frac{207,9 \cdot y}{367,2} = B.$$

Tenglama sistemasini yechib quyidagini olamiz.

$$X = 2,15A \cdot 1,65B = \text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot 3 \text{Cu}_2\text{S uchun}$$

$$U = 2,65B \cdot 1,15A = \text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot \text{Cu}_2\text{S uchun}$$

Rudadagi misolning miqdorini hammamiz

$$x = \frac{2159,3 \cdot 16,2}{2 \cdot 63,6} + 19,9 = A.$$

Oltingugurtning miqdori

Cu 19,9-16,2=3,7% sulfidli oltingugurt qoldig‘i 9,0-3,7=5,3% quyidagi miqorda Fe_2S_3 hosil qilinadi:

$$\frac{207,9 \cdot 5,3}{3 \cdot 32,1} = 11,4\% = B.$$

Tenglamaga qo‘yamiz

$$X = 2,15 \cdot 19,9 - 1,65 \cdot 11,4 = 24,0\% \text{ bornit}$$

$$U = 2,65 \cdot 11,7 - 1,15 \cdot 19,9 = 7,3\% \text{ xalkopirit}$$

Takrorlash uchun savollar

1. Magnetitning tarkibiy qiymatini aniqlang.
2. Xalkopiritning tarkibidagi temirning miqdorini aniqlang.

8 - amaliy mashg'lot

Sulfidlarni kuydirilishi natijasida ajraladigan gazlar tarkibi va miqdorini hisoblash

1-misol. Berilgan tarkibli 100 g kolchedan kuydirilganda oltingugurt to'liq yonib ketishi va gazdagi SO_2 ning konsentratsiyasi 100% bo'lish sharti bilan ajralib chiqadigan gazning tarkibi va miqdorini aniqlang.

Yechish. Avval olinadigan CO_2 va kolchedanni yondirish uchun kerak bo'lgan havo hajmini aniqlaymiz. Hisoblarni 100 kg kolchedan uchun molekular hajm uslubida olib boramiz.

Kolchedanning oksidlanadigan minerallari miqdorini aniqlaymiz:

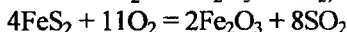
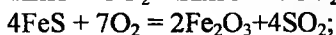
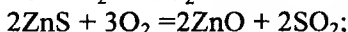
$$\text{CuFeS}_2 - 10,38 : 183,6 = 0,0566 \text{ m.h.};$$

$$\text{ZnS} - 6,11 : 97,5 = 0,0527 \text{ m.h.};$$

$$\text{FeS} - 1,39 : 87,9 = 0,0158 \text{ m.h.};$$

$$\text{FeS}_2 - 78,82 : 120 = 0,6569 \text{ m.h.}$$

Bu minerallarning oksidlanishi reaksiyalari quyidagicha tenglamalar bilan ifodalanadi:



Tenglamadan ko'rinadiki CuFeS_2

$$\text{CuFeS}_2 \quad 0,0566 \cdot 2 = 0,1132 \text{ m.h.}$$

$$\text{ZnS} \quad 0,0627 \text{ m. h.}$$

$$\text{FeS} \quad 0,0158 \text{ m. h.}$$

$$\text{FeS}_2 \quad 0,6559 \cdot 2 = \underline{1,3138 \text{ m. o.}}$$

$$1,5055 \text{ m. o.}$$

$$\text{Bundan } 22,4 \cdot 1,5055 = 33,72 \text{ m}^3 \text{ } 0^\circ \text{ bo'lganda va } 1 \text{ atm.}$$

$$\text{CuFeS}_2 \quad 0,0566 \cdot \frac{13}{4} = 0,1839 \text{ m.h.}$$

$$\text{ZnS} \quad 0,0627 \cdot \frac{3}{2} = 0,0941 \text{ m.h.}$$

$$\text{FeS} \quad 0,0158 \cdot \frac{7}{4} = 0,0276 \text{ m.h.}$$

$$\text{FeS}_2 \quad 0,0627 \cdot \frac{11}{4} = 0,8065 \text{ m.h.}$$

$$2,1121 \text{ m.h.}$$

Havodagi 1 m.h kislorod 3,762 m.h azot to'g'ri keladi 2,1121 m.h $22,4 \cdot 7,9457 = 177,98 \text{ m}^3$ azot kerak.

Topshiriqqa ko'ra gazda 100 % SO_2 , bo'lishi kerak. Demak, gazning umumiy hajmi 32,72 va 3SO_2 uchun quyidagi proporsiya topiladi: $100 \text{ m}^3 \text{ gaz } 10 \text{ m}^3 \text{ SO}_2 \times 33,72 \text{ m}^3 \text{ SO}_2$

$$x = \frac{33,72 \cdot 100}{10} = 337,2 \text{ m}^3.$$

Bu gazning tarkibi $33,72 \text{ m}^3 \text{ SO}_2$ va $177,98 \text{ m}^3$ azot kiradi. Yetishmayotgan gaz miqdori ortiqcha havoni bildiradi, uning hajmi $337,2 - (33,72 + 177,98) = 125,5 \text{ m}^3$ unda kislorod miqdori

$\frac{125,5 \cdot 21}{100} = 26,36 \text{ m}^3$, azot $\frac{125,5 \cdot 79}{100} = 99,14 \text{ m}^3$. Olingan gazning tarkibi 8.1-jadvalda berilgan.

8.1 jadval

	Gaz hajmi, m^3				Og'irligi $g = M/22,4$, kg	Og'irlik bo'yicha, %
	Havo ning sarfla nishi	Boshlan- g'ich havo	Jami	Hajm bo'yicha, %		
SO_2	-	-	33,72	10	$33,72 \cdot 64 / 22,4 = 96,64$	20,1
O_2	-	26,36	26,36	7,8	$26,36 \cdot 32 / 22,4 = 37,66$	7,8
N_2	177,98	99,14	277,12	82,8	$277,12 \cdot 28 / 22,4 = 346,40$	71,1
	Jami	125,50	337,20	100	480,70	100

1 m kolchedanni yondirilmaganda $\frac{337,2 \cdot 1000}{100} = 3372 \text{ m}^3$ gaz olinadi 0°

bo'lganda 760 mm.rt.st, yoki $\frac{480,7 \cdot 1000}{100} = 48,07 \text{ kg}$.

Takrorlash uchun savollar

1. Qanday holatda gazlar ajraladi?
2. Atmosferada qancha miqdorda kislorod miqdorini borligini hisoblang?

9 - amaliy mashg'ulot

Qattiq uglerod bilan qayta tiklanishning texnologik hisoblari

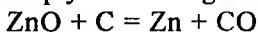
1-misol. 70 % ZnO va 30 % bosh jinsdan tashkil topgan yondirilgan ruxli konsentrat tarkibida 90% C va 10 kul distillyatsiya qilinishi kerak. Topish kerak:

1.93 % ga qaytarilganda ZnO sharti bilan 200 kg rux olish uchun kerak bo'lgan toshko'mir, konsentrat miqdori va shixtaning tarkibi;

2. Tiklanish natijasida olinadigan uglerod oksid miqdori (m^3);

3. Distillatsiyada hosil bo'lgan qoldiqni tarkibi va chiqimi rux oksidi

Yechish. Rux orqali qaytarish tenglamasi



$$81,4 \quad 12 \quad 65,4 \quad 28$$

bundan ko'rinadiki 65,4 og'irlik • g, rux 81,4 og'irlik/g, ZnO va 12 og'irlik C dan hosil bo'ladi. 200 kg rux olish uchun

$$\frac{81,4 \cdot 200}{65,4} = 249,0 \text{ kg ZnO va } \frac{12 \cdot 200}{65,4} = 36,7 \text{ kg uglerod.}$$

Shixta aralashmasidan 93% Zn ni qaytarish uchun

$$\frac{249 \cdot 100}{93} = 267,7 \text{ kg ZnO.}$$

Demak, shixta 382,1 kg (82,5%) yondirilgan konsentrat 81,5 kg (17,5 %) toshko'mir, ya'ni 463,6 kg (100 %) bo'lishi kerak.

Distillatsiya jarayonida 65,4 kg qaytarilgan ruxga 1 mol SO, ya'ni $22,4m^3$ 200 kg qaytarilgan ruxdan $\frac{22,7 \cdot 200}{65,4} = 68,5m^3$ uglerod oksidi olinadi.

Distillatsiya qoldig'iga qaytarilgan konsentratdagi bo'sh ma'danning hammasi va koks kuli, shuningdek qaytarilgan konsentrat va toshko'mirning qolgan qismi qo'shiladi.

Shixtaga qo'shilgan 382,1 kg yondirilgan konsentratdan 249,0 kg ZnO qaytarilgan raymovkaga $381,1 - 249,0 = 133,1$ kg o'tadi? bundan

ortiqcha rux oksidiga $267,7-249,0=187,7$ kg porodagi $133,1-18,7=114,4$ kg kolchedan

$$\frac{32,1 \cdot 78,8}{120} = 21,00 \text{ kg C yo'qotadi.}$$

Demak, kolchedan qizdirilganda desulfurizatsiya

$$0,91+21,00=21,91 \text{ kg yoki}$$

$$\frac{21,00 \cdot 100}{48,3} = 43,3\% \text{ ni tashkil qiladi.}$$

Kolchedan qizdirilganda mahsulot chiqimi quyidagicha $100-21=79\%$.

Shixtaga ketadigan $81,5$ kg toshko'mirdan ruxning oksidini qaytarishga $36,7$ kg uglerod, sarflanadi, qolgani, ya'ni $81,5-36,7=44,8$ kg raymovkaga, bundan qo'lga $\frac{81,5 \cdot 10}{100} = 8,1$ kg, va $44,8-8,1=36,7$ kg.

Ko'mir $44,8-8,1=36,7$ kg uglerod qo'shiladi. Raymovkaning bu komponentlari miqdorini qo'shib, uning qoldig'ini aniqlaymiz.

Raymovkaning chiqishi $\frac{177,9 \cdot 100}{463,6} = 38,4\%$ shixtaning og'irligidan.

Hamma qoldiqlarni topib quyidagi hisoblarni chiqaramiz:

	kg	%
Rux oksidi	18,7	10,5
Konsentratdagi bo'sh jins	114,4	64,3
Uglerod	36,7	20,6
Toshko'mimi kuli	8,1	4,6
	177,9	100,0

Takrorlash uchun savollar

1. Qaytarilish reaksiyalari deganda nimani tushunasiz?
2. Distillatsiya jarayoni qanday jarayon?

10 - amaliy mashg'ulot

Metallurgik reaksiyalarning tenglik konstantalarini hisoblash

1-misol. Agar 1 atm bosimda 800° temperaturasida $12,5$ hajm %

SO₂ va 87,5 hajm % SO bo'lsa uglerodning gazifikatsiyasi K_s va K_r reaksiyalari.

Yechish. Uglerodni gazifikatsiya reaksiyasi quyidagicha:



Ushbu reaksiyaning tenglik konstantasi:

$$K_r = r_2 SO / RSO_2$$

Bu yerda P_{SO} va P_{SO₂}—10 va SO₂ ning partial boshi bo'lgani uchun P_{SO} va P_{SO₂} ning o'rniga SO va SO₂ ning hajm foizlarini qo'yib quyidagilarni olamiz.

$$K_r = \frac{0,875^2}{0,125} = 6,13$$

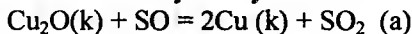
tenglamaga asosan

$$K_r = K_r = K_s(RT^{(c+d-a-b)})$$

$$K_c = \frac{K_p}{RT^{(2-1)}} = \frac{6,13}{0,082 \cdot 1073} = 6,95 \cdot 10^{-3}$$

2-misol. Erkin energiya hosil bo'lishi grafiklardan foydalanib, 100° C da uglerod oksidlarini mis qaytarilishida gaz fazasining tenglik tarkibini aniqlang.

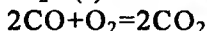
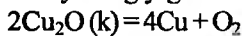
Yechish. Qaytarilishi reaksiyasini yozamiz:



Reaksiyaning tenglik konstantasi

$$K_r = \frac{P_{SO}^2}{P_{CO_2}}$$

Reaksiya (a) ikkita reaksiyaning yig'indisi



(1) va (2) tenglamalarni qo'shib va 2 ga bo'lib (a) tenglamani hosil qilamiz. Reaksiyaning erkin energiyasi (a) Cu₂O va CO₂ dissotsiatsiyasi reaksiyalari yig'indisidan iborat.

100° C da erkin energiyalar grafigiga ko'ra

$$\Delta Z_{\text{diss}Cu_2O} = 19 \text{ kkal};$$

$$\Delta Z_{\text{diss}CO_2} = -41 \text{ kkal};$$

Shundan kelib chiqadiki:

$$\Delta Z_{\text{reaktsii}} = 19 - 41 = -22 \text{ kkal. Formulaga ko'ra}$$

$$\lg K_g = \lg \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} = \frac{+22000}{4,575 \cdot 1273} = 3,77. \text{ Agar gaz fazasida faqat CO va CO}_2$$

bo'lsa, ularning partsial bosimlari yig'indisi birga teng, ya'ni

$$P_{CO} + P_{CO_2} = 1 \text{ atm}$$

Bundan

$$P_{CO_2} + 1 = P_{CO}.$$

P_{SO_2} (b) tenglamaga qo'yamiz:

$$\frac{1 - P_{CO}}{P_{CO}} = 5,9 \cdot 10^3$$

Tenglama yasaymiz. $P_{CO} = 1,7 \cdot 10^{-4}$ atm

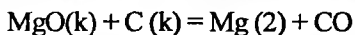
Demak, gazli aralashmada $1,7 \cdot 10^{-4}$ atm P_{CO} ning partsial bosimi qolgani P_{CO_2} niki.

3-misol. Magniy oqsilni qattiq uglerod bilan qaytarilishi reaksiyasining tenglik konstantasi A.I.Monov tomonidan tuzilgan tenglama bilan belgilanadi.

$$LgKg = -\frac{34120}{T} + 16,60.$$

Magniy rudalarining partsial bosimini toping.

Yechish. Magniy oqsilni qattiq uglerod bilan qaytarish reaksiyasiga ko'ra



Gaz fazasida 1 mol magniyga 1 mol uglerod oksidi to'g'ri keladi:

$$R_{Mg} = R_{CO}$$

Bu reaksiyaning tenglik konstantasi:

$$K_r = P_{Mg}^2$$

Lenovning tenglamasidan:

$$LgKg = Lgp^2_{Mg} = -\frac{34120}{T} + 16,60$$

$$LgKg = -\frac{34120}{2273} + 16,60 = 1,59.$$

$$Lg p_{Mg} = 0,795 \quad P_{Mg} = 6,23 \text{ atm.}$$

Takrorlash uchun savollar

1. Muvozanat konsrtantasi deganda nimani tushunasiz?
2. Muvozanat konsrtantasi qanday jarayonlarda boradi?

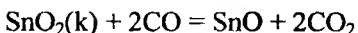
11 – amaliy mashg'ulot

Qaytarilish jarayonlaridan hosil bo'lgan reaksiyalarni yechish

1 - misol. 800 temperaturada 25% CO va 75 % CO₂ dan tashkil

topgan. Gazli aralashma bilan qalay oksidini qaytarilishi mumkinmi?

Yechish. Qalay oksidini uglerod oksidi bilan qaytarilish reaksiyasi quyidagicha



Reaksiyaning tenglik kontingenti

$$K_r = \frac{p^2_{\text{CO}_2}}{p^2_{\text{CO}}}$$

Reaksiyaning maksimal ishini ko'rib chiqishimiz kerak. Agar u musbat bo'lsa qaytarilish reaksiyasi ketadi. Reaksiyaning izobar potensiyasi o'zgarishi tenglamasi

$$\Delta G = RT \ln \frac{p^2_{\text{CO}_2}}{p^2_{\text{CO}}} - RT \ln \frac{p^2_{\text{CO}_2}}{p^2_{\text{CO}}}$$

Bu yerda P_{CO} va P_{CO_2} berilgan gazli aralashmada CO va CO₂ ning miqdori

$$RT \ln \frac{p^2_{\text{CO}_2}}{p^2_{\text{CO}}}$$

erkin energiyalar grafigidan foydalanib misoldagi kabi hisoblaymiz:

$$\Delta Z = \Delta Z_{\text{dissCO}} + 2\Delta Z_{\text{obrCO}_2},$$

$$\Delta Z_{\text{reak}} = 42,5 - 91 = -48,5 \text{ kkal.}$$

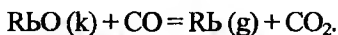
Demak, 800°C 25 % CO va 75 % CO₂ dan iborat gazli aralashma bilan qalay oksidini qaytarilishi amalga oshadi.

$$\Delta Z = -A'_{\text{max}}$$

$$\text{bundan } A'_{\text{max}} = -(-43,8) = +43,8 \text{ kkal.}$$

2-misol. 500 va 100 temperaturada qorg'oshin oksidini qaytarishda CO ni ishlatilish to'liqligini solishtirish.

Yechish. Qo'rg'oshin oksidini uglerod oksidi bilan qaytarish reaksiyasi quyidagicha bo'ladi.



Reaksiyaning tenglik konstantasi

$$K_p = \frac{p_{\text{CO}_2}}{p_{\text{CO}}}$$

CO ni ishlatilishi to'liqligi to'g'risida xulosa qilish uchun, 500 va 1000° temperaturada qo'rg'oshin oksidini qaytarish uchun CO+CO₂ aralashmasida qancha miqdorda CO borligini bilish kerak.

Erkin energiyalar grafigidan foydalanib reaksiyaning tenglik

konstantasini hisoblaymiz. Buning uchun reaksiyaning izobar potentsiali o'zgarishini aniqlaymiz.

$$\Delta Z = \Delta Z_{\text{disrbo}} + \Delta Z_{\text{obrSO}_2}$$

1-grafika asosan 500°C haroratda

$$DZ = 35 - 52 = -17 \text{ kkal, } 1000^\circ\text{C haroratda}$$

$$1000^\circ\text{C haroratda } DZ = 25,5 - 41 = -15,5 \text{ kkal}$$

$$500^\circ\text{C da tenglik kontingenti } \Delta Z = 35 - 52 = -17 \text{ kkal.}$$

$$I_{gKp} = \frac{17000}{4,575 \cdot 773} = 4,81, \quad Kp = 10^{4,81};$$

Gaz aralashmasida $(\text{CO} + \text{CO}_2) = 100\%$ deb hisoblab CO % ni aniqlaymiz.

$$Kp = \frac{(100 - \text{CO})}{\text{CO}} = 10^{4,81}$$

Bundan

$$100 - \text{CO} = 10^{4,81} \text{CO};$$

$$100 - (1 + 10^{4,81})\text{CO};$$

$$\text{CO} = \frac{100}{1 + 10^{4,81}} = 0,00155\%.$$

Takrorlash uchun savol

1. Mis oksidini reaksiyaga kiritish jarayonida ajraladigan gazlar miqdorini aniqlang.

12- amaliy mashg'ulot

Muvozanat holiga keltirishda reaksiyaga ta'sir etuvchi haroratni hisoblash

1-misol. Dissosiyatsiya natijasida SO_3 da 500, 600 va 800°C haroratga bo'g'liqligini aniqlash

Yechish. Oltingugurt angidrid gazi quyidagi reaksiya orqali parchalanadi



Ushbu reaksiyaning muvozanat konstantasi quyidagicha

$$Kp = \frac{p_{\text{SO}_2}^2 \cdot p_{\text{O}_2}}{p_{\text{SO}_3}^2}$$

1. Reaksiyadan hosil bo'lgan moddaning issiqlik sig'imi:

$$\text{SO}_2 \quad C_p = 11,40 + 1,714 \cdot 10^{-3} \quad T - 2,045 \cdot 10^5 T^{-2};$$

$$\text{O}_2 \quad C_p = 7,52 + 0,81 \cdot 10^{-3} \quad T - 0,90 \cdot 10^5 T^{-2}.$$

$$\text{SO}_3 \quad C_p = 12,65 + 6,40 \cdot 10^{-3} T$$

Bundan

$$\Delta C_{p_{\text{reaksiya}}} = 5,02 - 8,562 \cdot 10^{-3} T - 4,99 \cdot 10^{-5} T^2.$$

2. Moddaning issiqlik miqdori: $\text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^0 = -70,97 \text{ kkal};$

$$\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H^0 = 0,000 \text{ kkal};$$

$$\text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H^0 = -93,9 \text{ kkal};$$

$$\text{Bundan } \Delta H^0 = 2\Delta H^0_{\text{SO}_2} + \Delta H^0_{\text{SO}_3} = -70,97 + 0,000 + 2 \cdot 93,9 = 45,86 \text{ kkal}.$$

3. Reaksiyadagi moddaning entropiyasi:

$$\text{SO}_2 \quad S = 59,24 \text{ kal/grad}.$$

$$\text{O}_2 \quad S = 49,03 \text{ kal/grad};$$

$$\text{SO}_3 \quad S = 63,8 \text{ kal/grad}.$$

$$\begin{aligned} \Delta S &= 2S_{\text{SO}_2} + S_{\text{SO}_3} - 2S_{\text{O}_2} = 2 \cdot 59,24 + 49,03 - 2 \cdot 63,8 = \\ &= 118,48 + 49,03 - 127,6 = 39,91 \text{ kal/grad}. \end{aligned}$$

Bundan shartli ravishda entropiya o'zgarganligini ko'rish.

Takrorlash uchun savollar

1. Endotermik jarayon deb qanday jarayonga aytiladi?
2. Ekzotermik jarayon deb qanday jarayonga aytiladi?

13 - amaliy mashg'ulot

Jism moddasining solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash

1-misol. Massasi 128 g bo'lgan temir kalorimetrdagi $8,4^\circ\text{C}$ temperaturali 240 g suvga, 100°C gacha qizdirilgan 192 g massali metall jism tushirilgan. Kalorimetrdagi oxirgi temperatura $21,5^\circ\text{C}$ bo'lganligi aniqlangan. Jism moddasining solishtirma issiqlik sig'imini aniqlang.

Berilgan:

m_k – 128 g kalorimetrdagi massasi,

m_c – 240 g suvning massasi

t_1 – $8,4^\circ\text{C}$ suv va kalorimetrdagi boshlang'ich temperaturasi

m_j – 192 g isitilgan jismning massasi

t_2 – 100°C jismning boshlang'ich temperaturasi

θ^3 – $21,5^\circ\text{C}$ aralashmaning temperaturasi

Jadvaldan olingan:

$c_k = 460 \text{ J/kg} \cdot \text{grad}$ - temirning solishtirma issiqlik sig'imi

$c_c = 4190 \text{ J/kg} \cdot \text{grad}$ - suvning solishtirma issiqlik sig'imi

Topish kerak:

c_j – jism moddasining solishtirma issiqlik sig'imi

Metall jismning sovishda bergan issiqligi:

$$Q_j = c_j m_j (\theta - t_1)$$

Kalorimetrning olgan issiqligi:

$$Q_k = c_k m_k (\theta - t_1)$$

Kalorimetrdagi suvning olgan issiqligi:

$$Q_c = c_c m_c (\theta - t_1)$$

Energiyaning saqlanish qonuniga qarab issiqlikning tenglamasini tuzamiz:

$$Q_k + Q_c = Q_j$$

yoki

$$c_k m_k (\theta - t_1) + c_c m_c (\theta - t_1) = c_j m_j (\theta - t_1)$$

Yechish:

$$c_j = (m_k c_k + m_c c_c) (\theta - t_1) / m_j (\theta - t_1)$$

Javobi: moddaning solishtirma issiqlik sig'imi $920 \text{ J/kg} \cdot \text{grad}$ ga teng.

Takrorlash uchun savollar

1. Muzning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlang.
2. Misning solishtirma issiqlik sig'imini aniqlang.

1- laboratoriya ishi

Moddalarning parchalanish tezligini o'rganish

Ishning maqsadi. Moddalarni yuqori haroratda parchalanish jarayonini tadqiqot qilish va ularni metallurgik pechlarda fizika-kimyoviy o'zgarishlarini aniqlash

Kerakli jihoz va materiallar

1. Mufel pechi.
2. 50 g ohaktosh va boshqa karbonatlar.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi

Mufel pechi 600-1000°C gacha qizdiriladi (aniq haroratni o'qituvchidan so'rang).

Pech qiziyotgan davrda 4 ta namuna tayyorlang. Buning uchun 4 ta kichik idish (lodochka) tayyorlab, ularga 5 g dan ohaktosh soling. Idishlarni ohaktosh bilan birga texnik tarozida torting (o'lchang) va o'rnatilgan tartibda qizigan pechga yuklang.

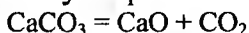
Har o'n daqiqa o'tgach, pechdan bir dona idishni chiqarib oling va sovigandan so'ng uni yana torting. Moddalar massasi kamayganini aniqlang. Natijalarini quyidagi jadvalga tushiring.

1- jadval

Lodochkalar tartibi				
Namuna og'irligi	1	2	3	4
Namunaning dastlabki og'irligi, g. M_1				
Namunaning kuydirgandan keyingi og'irligi g, M_2				
Massaning kamayganligi, $\Delta M = M_1 - M_2$				
Parchalanish darajasi, %				

Parchalanish darajasini aniqlash usuli

Parchalanish quyidagi reaksiya orqali o'tadi:



Massaning kamayishi CO_2 ajralib chiqishi orqali o'tadi. Agar CaCO_3 yuz foiz parchalansa, unda og'irlik kamayadi:

CaCO_3 – molekular og'irligi – 120 g

CaO – esa – 56

5g – ohaktosh og'irligi

120 g – 56 g

$$5 \text{ g} - x \quad x = \frac{5 \cdot 56}{120} = 2,3 \text{ g}$$

$$5 \text{ g} - 2,3 \text{ g} = 2,7 \text{ g.}$$

Demak, og'irlikning 2,7 g ga kamayishi 100% parchalanishini aniqlaydi.

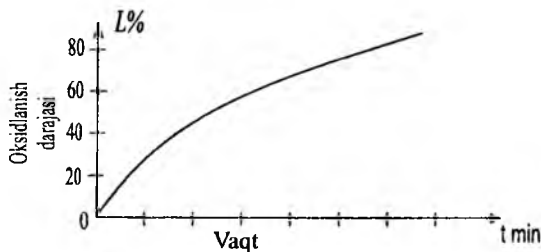
Tajribada real og'irlikning kamayishi 2,7 g ga nisbatidan olinadi.

Ma'lum, og'irlik 1,8 g ga kamaysa,

2,7 g --100%

$$1,8 \text{ g} - x \quad x = \frac{1,8 \cdot 100}{2,7} = 66,7\% \text{ ni tashkil qiladi.}$$

Tajriba ishlarining natijalarini quyidagi grafik shaklda keltiring:



Jadval va chizmadan berilgan sharoitlarda ohaktoshni parchalanish darajasi bo'yicha xulosa qiling.

Takrorlash uchun savollar

1. CaCO_3 parchalanganda CO_2 ning miqdorini aniqlang.
2. Laboratoriya ishlarida jarayon borishida asosiy muhitni nima yaratadi?

2- laboratoriya ishi

Metallarning oksidlanish tezligini aniqlash

Ishning maqsadi. Metallar oksidlanish tezligini tadqiq qilish va shuning asosida metallarni tozalash, ishlash muddatini aniqlash va boshqa muammolarni yechimlarini o'rganish.

Kerak bo'lgan dastgoh va materiallar

1. Mufel pechi,
2. Turli metallar (Fe, Cu, Pb, Si, Co, Zn, Cd va boshqalar).

Laboratoriya ishini bajarish tartibi

Mufel pechi $600-1100^\circ\text{C}$ (aniq harorat va metallni o'qituvchidan so'rang) qizitiladi.

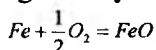
Qizish davrida 4 dona kichkina idishga (lodochkaga) texnik tarozida taxminan 5 grammdan metall (masalan temir) solinadi. Lodochka bilan metall birga o'rnatilgan tartibda qizigan pechga yuklanadi. Har 10 daqiqa o'tgach bir donadan lodochka pechdan olinib, sovitiladi va takroran texnik tarozida qayta tortiladi. Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

2- jadval

Lodochkalar tartibi		1	2	3	4
Namuna og'irligi					
Namunaning dastlabki og'irligi, g. M_1					
Namunaning kuydirgandan keyingi og'irligi g, M_2					
Massaning kamayganligi, $\Delta M = M_1 - M_2$					
Oksidlanish darajasi, %					

Oksidlanish darajasini aniqlash usuli

Temirni oksidlanishi quyidagi reaksiya orqali o'tadi:



Reaksiyaga kirishayotgan moddalarning molekulyar og'irligi:

Fe – 56 g

FeO – 72 g

Agar 5 g temir oksidlansa, unda massa ko'payishi quyidagicha hisoblanadi:

56 g – 5 g

72 g – x $x = \frac{72 \cdot 5}{56} = 6,42 \text{ g}$

Demak, massa hammasi bo'lib 6,42-5,0=1,42 g ga ortdi, bu esa temirning 100% oksidlanishini bildiradi.

Boshqa moddalarning oksidlanishi shu raqam (1,42 g) ga nisbatdan olinadi. Masalan, agar og'irlik 1,10 g ga oshsa, unda oksidlanish darajasi:

1,42 g – 100 %

1,10 g – x $x = \frac{1,10 \cdot 100}{1,42} = 77,46\% \text{ bo'ladi.}$

Takrorlash uchun savollar

1. Metallarni oksidlanish tezligiga nimalar bog'liq bo'ladi?
2. Fe ni oksidlanishiga nimalar ta'sir ko'rsatadi?

3- laboratoriya ishi

Sulfidlarning oksidlanish tezligini aniqlash

Ishning maqsadi. Sulfidlarni oksidlanish tezligini tadqiq qilish va shuning asosida metallarni sulfidlardan tozalashni o'rganish.

Kerakli jihoz va materiallar

1. Mufel pechi.
2. Mis.
3. Qo'rg'oshin.
4. Ruh va boshqa metallarning sulfidlari.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi

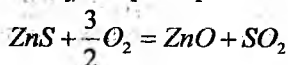
Mufel pechi 600-1000°C qizdiriladi. Qizdirish davrida 4 dona metall sulfidlaridan namunalar tayyorlanadi. Kichik idishga (lodochkaga) taxminan 5 g metall sulfidi solinadi va idishi bilan qizigan mufel pechga yuklanadi (pechning harorati va metall sulfidini o'qituvchidan so'rang). Har o'n daqiqa o'tgach, bir lodochka pechdan olinadi va sovigandan so'ng takroran texnik tarozida tortiladi. Olingan natijalar jadvalga kiritiladi.

3- jadval

Lodochkalar tartibi				
Namuna og'irligi	1	2	3	4
Namunaning dastlabki og'irligi, g. M_1				
Namunaning kuydirgandan keyingi og'irligi g, M_2				
Massaning kamayganligi, $\Delta M = M_1 - M_2$				
Oksidlanish darajasi, %				

Oksidlanish darajasini aniqlash usuli

Oksidlanish quyidagi reaksiya orqali oqib o'tadi:



Oksidlanishni ZnS ni ZnO ga o'tgani va shunda SO₂ ajralib chiqishi natijasida va ruh sulfidi va oksidining molekular og'irligi farqi natijasida aniqlanadi.

Molekular og'irliklar: ZnS – 97 g

ZnO – 81 g

Agar ruh sulfidi 5 g bo'lsa va u to'liq oksidlansa (oksidlanish darajasi – 100 %), unda:

5 g – 97 g

x – 81 g $x = \frac{5 \cdot 81}{97} = 4,17 \text{ g ZnO bo'ladi.}$

Demak, og'irlik farqi: 5,0 – 4,17 = 0,83 g bo'lsa, bu 100% oksidlanish darajasini belgilaydi. Qolgan oksidlanish darajalari shu raqamga nisbatan olinadi.

Masalan, og'irlik 0,62 g ni tashkil qilsa, unda oksidlanish darajasi 0,83 g – 100%

0,62 g – x $x = \frac{0,62 \cdot 100}{0,83} = 74,7\% \text{ bo'ladi.}$

Takrorlash uchun savollar

1. Sulfidlarning oksidlanishiga nimalar ta'sir ko'rsatadi?
2. Rux sulfidini oksidlanishining asosiy maqsadi?

4- laboratoriya ishi

Metall sulfid va oksidlarining o'zaro ta'sirini o'rganish

Ishning maqsadi. Ba'zi metallar (masalan: Cu, Pb, Ni, Sb) sulfid va oksidlari o'zaro ta'siri orqali olinish jarayonini o'rganish.

Kerak bo'lgan jihoz va materiallar

1. Mufel pechi,
2. Kimyoviy birikmalar (Cu₂S, CuS, Cu₂O, CuO, ZnS, ZnO, PbS, PbO va boshqalar).

Laboratoriya ishini bajarish tartibi

Mufel pechi 600-1000°C gacha qizitiladi (aniq harorat va materiallarni o'qituvchidan so'rang). Pech qizishi davrida 4 dona namuna tayyorlanadi. Kichik idishga (lodochkaga) taxminan 3 g metall sulfidi va 3 g metall oksidi yaxshilab aralashtirib solinadi va texnik

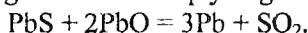
tarozida tortiladi. Tayyorlangan namuna qizigan pechga yuklanadi. Har o'n daqiqa o'tgach bir donadan lodochkalar olinib, sovitiladi va qaytadan tortiladi. Olingan natijalar jadvalga yoziladi.

4- jadval

Lodochkalar tartibi				
Namuna og'irligi	1	2	3	4
Namunaning dastlabki og'irligi, g. M_1				
Namunaning quydirgandan keyingi og'irligi g, M_2				
Massaning kamayganligi, $\Delta M = M_1 - M_2$				
Reaksiya o'tish darajasi, %				

O'zaro ta'sir darajasini aniqlash usuli

Sulfid va oksidlarning o'zaro ta'siri quyidagi reaksiya orqali o'tadi:



Reaksiya natijasida SO_2 ajralib chiqib, namunaning og'irligi kamayadi va shu orqali reaksiya darajasi aniqlanadi.

Reaksiyaning bitta komponentiga asoslanib, hisobot qilsa bo'ladi. Masalan, agar namunada 3 g PbS bo'lsa, unda

$$M_{\text{PbS}} = 239 \text{ g}$$

$$M_{\text{SO}_2} = 64 \text{ g}$$

$$3 \text{ g} - 239$$

$$x - 64 \text{ g} \quad x = \frac{3 \cdot 64}{239} = 0,8 \text{ g SO}_2 \text{ ajralib chiqadi.}$$

Demak, umumiy namunaning 0,8 g ga kamayishi PbS ning to'liq reaksiyaga kirganligini belgilaydi (reaksiya darajasi – 100%). Qolgan natijalar shu raqamga nisbatidan olinadi.

Masalan, og'irlik 0,6 g ga kamaysa, o'zaro ta'sir darajasi

$$0,8 \text{ g} - 100\%$$

$$0,6 \text{ g} - x \quad x = \frac{0,6 \cdot 100}{0,8} = 75\% \text{ bo'ladi.}$$

Takrorlash uchun savollar

1. Metall sulfid va oksidlarining o'zaro ta'siri nimani ko'rsatadi?
2. Toza metall ajratib olish usullariga yana misollar keltiring?

5- laboratoriya ishi

Metall oksidini qattiq uglerod bilan tiklanish jarayonini o'rganish

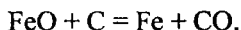
Ishning maqsadi. Talabalarni zamonaviy texnologiya-oksidadan qattiq uglerod bilan bevosita tiklash jarayonini o'rganish.

Kerak bo'lgan jihoz va materiallar

1. Mufel pechi,
2. Metallar oksidi (FeO , PbO , ZnO , CdO va boshqalar).
3. Koks (yoki ko'mir kukuni).

Laboratoriya ishini bajarish tartibi

Metall oksidini qattiq uglerod bilan bevosita tiklanishi quyidagi reaksiya orqali o'tadi:



Stexiometriya bo'yicha 5 g FeO ni tiklash uchun:

$$\begin{array}{l} 72 \text{ g} - 5 \text{ g} \\ 12 \text{ g} - x \quad \quad x = \frac{12 \cdot 5}{72} = 0,8 \text{ g}. \end{array}$$

Bunda: 72 – FeO ning molekular og'irligi

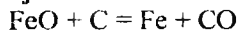
12 – C ning molekular og'irligi.

Mufel pechi $800-1000^{\circ}\text{C}$ ga qizdiriladi. Qizish davrida 4 dona namuna tayyorlanadi. Buning uchun 4 kichik idishga (lodochkaga) 10 g $\text{FeO}+1 \text{ g S}$ yaxshilab aralashtirib solinadi, texnik tarozida tortiladi va qizigan pechgga yuklanadi. Har 10 daqiqa o'tgach, pechdan 1 dona lodochka olinib, sovitiladi va qaytadan tortiladi. Olingan natijalar jadvalga yoziladi.

5- jadval

Lodochkalar tartibi	1	2	3	4
Namuna og'irligi				
Namunaning dastlabki og'irligi, g. M_1				
Namunaning kuydirgandan keyingi og'irligi g. M_2				
Massaning kamayganligi, $\Delta M = M_1 - M_2$				
Reaksiya o'tish darajasi, %				

Tiklanish darajasini hisoblash usuli



Reaksiyasi bo'yicha 10 g FeO to'liq tiklansa:

$$\begin{array}{rcl} 72 \text{ g} - 28 \text{ g} \\ 10 \text{ g} - x & x = \frac{10 \cdot 28}{72} = 3,9 \text{ g} \end{array}$$

Bunda: 28 g -- SO ning molekular og'irligi

Demak, umumiy massasi 3,9 g ga kamayishi ($\Delta M = M_1 - M_2 = 3,9$) FeO ni 100% tiklanishining belgisi.

Boshqa reaksiyalarda tiklanish darajasi 3,9 g ga nisbatan olinadi.

Masalan, umumiy massaning kamayishi 2,4 g bo'lsa, unda tiklanish darajasi:

$$3,9 \text{ g} - 100\%$$

$$2,4 \text{ g} - x \quad x = \frac{2,4 \cdot 100}{3,9} = 61,6\% \text{ ni tashkil qiladi.}$$

Takrorlash uchun savollar

1. Qattiq uglerod deganda nimani tushunasiz?
2. Ko'mir kukuni to'g'risida tushuncha bering.

6- laboratoriya ishi

Metall oksididan metallotermiya jarayoni orqali tiklanish jarayonini aniqlash

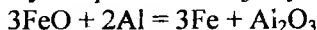
Ishning maqsadi. Metall oksididan boshqa metall yordamida tiklanish jarayonini o'rganish.

Kerak bo'lgan jihoz va materiallar

1. Mufel pechi.
2. Metallar oksidlari (FeO, PbO, ZnO, CdO va boshqalar).
3. Tiklovchi metallar (Al, Ca, Si va boshqalar).

Laboratoriya ishini bajarish tartibi

FeO ning metallometriya orqali tiklanish jarayoni:



10 g FeO ni tiklash kerak:

$$3 \cdot 72 = 216 \text{ (3FeO ning molekulyar og'irligi)}$$

$$2 \cdot 27 = 54 \text{ (2Al ning molekulyar og'irligi)}$$

$$216 \text{ g} - 54 \text{ g}$$

$$10 \text{ g} - x$$

$$x = \frac{10 \cdot 54}{216} = 2,5 \text{ g}.$$

Mufel pechi $800-1000^{\circ}\text{C}$ gacha qizitiladi. Qizitish davrida 4 dona namuna tayyorlanadi. Buning uchun 4 dona kichik idish lodochkada 10 g FeO va 2,5 aluminiy kukuni yaxshilab aralashtiriladi va qizigan pechga yuklanadi. Har 10 daqiqa o'tgach bir dona lodochka pechdan chiqariladi va sovitiladi.

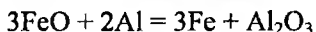
Sovitilgan namuna chinni hovonchada maydalanib, magnit separatoridan o'tkaziladi. Separatoridan chiqqan magnit fraksiyasi texnik tarozida tortiladi. Olingan natijalar jadvalga yoziladi.

6- jadval

Lodochkalar tartibi	1	2	3	4
Namuna og'irligi				
Namunaning dastlabki og'irligi, g. M_1				
Namunaning kuydirgandan keyingi og'irligi g. M_2				
Massaning kamayganligi, $\Delta M = M_1 - M_2$				
Reaksiya o'tish darajasi, %				

Tiklanish darajasini hisoblash usuli

Metallarni tiklanish darajasini hisoblash uchun FeO ni Al bilan tiklash reaksiyasidan foydalanamiz:



Bu reaksiya bo'yicha 10 g FeO tiklansa tiklangan Fe ning miqdori quyidagicha aniqlanadi:

$$216 \text{ g} - 168 \text{ g}$$

$$10 \text{ g} - x$$

$$x = \frac{168 \cdot 10}{216} = 7,8 \text{ g}$$

Demak, 7,8 g Fe ajralib chiqishi FeO ning 100 % tiklanishini bildiradi. Boshqa reaksiyalar 7,8 g ga nisbatan olinadi.

Masalan, 4,8 g Fe ajralib chiqsa, unda tiklanish darajasi

$$7,8 \text{ g} - 100$$

$$4,8 \text{ g} - x \quad x = \frac{4,8 \cdot 100}{7,8} = 61,5 \text{ g ni tashkil qiladi.}$$

Takrorlash uchun savollar

1. Metallotermiya deganda nimani tushunasiz?
2. Tiklovchi metallarga misollar keltiring.

7- laboratoriya ishi

Metallarning bug‘lanishi va kondensatsiyalanishidagi jarayonlarni o‘rganish

Ishning maqsadi. Metallarni yuqori haroratda bug‘lanishini va kondensatsiyalanishini o‘rganish.

Kerak bo‘lgan jihoz va materiallar

1. Mufel pechi.
2. Ruh yoki kadmiy oksidi.
3. Koks yoki ko‘mir.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi

Ruh oksidini tiklashda $ZnO + C = Zn + CO$ ruh metalli ajralib chiqadi va CO gaz fazasiga o‘tadi.

10 g ZnO tiklash uchun

81 g - 12 g

10 g - x

$$x = \frac{10 \cdot 12}{81} = 1,5 \text{ g C kerak bo'ladi.}$$

Bunda: 81 g - ZnO ning molekular massasi;

12 g - uglerodning molekular massasi.

Mufel pechi 800-1000°C gacha qizdiriladi. Qizitish davrida 4 dona namuna tayyorlanadi. Buning uchun 4 ta kichik idish (lodochka)ga 10 g ZnO va 1,5 g C yaxshilab aralashtirib solinadi. Namuna texnik tarozida tortiladi va qizigan pechga yuklanadi.

Har 10 daqiqa o‘tgach, bir lodochka pechdan olinadi, sovitiladi va qaytadan tortiladi.

Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi:

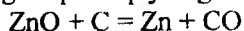
7- jadval

Lodochkalar tartibi				
Namuna og‘irligi	1	2	3	4
Namunaning dastlabki og‘irligi, g. M_1				
Namunaning kuydirgandan keyingi og‘irligi g. M_2				
Massaning kamayganligi, $\Delta M = M_1 - M_2$				
Reaksiya o‘tish darajasi, %				

Tiklanish darajasini hisoblash usuli

10 g ZnO quyida keltirilgan reaksiya asosida tiklansa hosil bo‘lgan

va bug‘lanib ajralgan ruhning miqdori quyidagicha aniqlanadi:



$$81 \text{ g} - 65 \text{ g}$$

$$10 \text{ g} - x \quad x = \frac{10 \cdot 65}{81} = 8 \text{ g} \text{ Zn ajralib chiqadi.}$$

Demak, umumiy og‘irlikning 8 g ga kamayishi bug‘lanish jarayoni 100% amalga oshirirlganligini bildiradi.

Masalan, umumiy og‘irlik 6 g ga kamaysa, bug‘lanish darajasi

$$8 \text{ g} - 100\% \quad 6 \text{ g} - x \quad x = \frac{6 \cdot 100}{8} = 75\% \text{ ni tashkil qiladi}$$

Takrorlash uchun savollar

1. Metallning bug‘lanishi qanday yuzaga keladi?
2. Kondensatsiya jarayoni qanday jarayon?

Adabiyotlar

1. Ваноков А.В., Зайцев В. Теория пирометаллургических процессов. - М.: Metallurgiya, 2002.- 378 с.
2. Вольский А.В., Сергиевская Е.М. Теория металлургических процессов. - М.: Metallurgiya, 2001. -396 с.
3. Санкулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. - Ташкент: Фан, 2007. - 256 с.
4. Хасанов А.С. Физическая химия медного производства. - Наваи, 2001. -176 с.
5. Севрюков Н.Н. Общая металлургия. - М.: Metallurgiya, 2000. -467 с.
6. Ласкутов В.М. Расчёты по металлургии тяжёлых цветных металлов. - М.: Metallurgiya, 2000. -376 с.
7. Юсупходжаев А.А. «Пирометаллургия жараёнларининг назарияси» курсига амалий машгулотлар учун услубий қўлланма. – Тошкент, ТошДТУ. 2001.- 48 б.
8. Лабораторный практикум для выполнения лабораторных работ по курсу «Теория пирометаллургических процессов». Д.Б.Холикулов, Ф.Кушимов, О.Р.Латипов. Наваи, НГГИ, 2007. – 32 с.

Muharrirlar: Po'latxodjajev X.
Sidiqova K.

Mundarija

1	Metallurgiya sohasida qo'llaniladigan stexiometrik hisoblar	3
2	Kimyoviy qonunlar asosida stexiometrik hisoblash	6
3	Metallurgik hisoblarda kimyoviy tenglamalar	8
4	Metallurgik hisoblardagi usullar va aniqlik	9
5	Murakkab birikmalarning kimyoviy tarkibini hisoblash	12
6	Metallurgiyada qo'llaniladigan birikmalarning tarkibini aniqlash	14
7	Kimyoviy taxlillar asosida jismning mineral tarkiblarini o'rganish	16
8	Sulfidlarni kuydirilishi natijasida ajraladigan gazlar tarkibi va miqdorini hisoblash	18
9	Qattiq uglerod bilan qayta tiklanishning texnologik hisoblari	20
10	Metallurgik reaksiyalarning tenglik konstantalarini hisoblash	21
11	Qaytarilish jarayonlaridan hosil bo'lgan reaksiyalarni echish	23
12	Muvozanat holiga keltirishda reaksiyaga ta'sir etuvchi haroratni hisoblash	25
13	Jism moddasining solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash	26
14	Moddalarning parchalanish tezligini o'rganish	27
15	Metallarning oksidlanish tezligini aniqlash	29
16	Sulfidlarning oksidlanish tezligini o'rganish	31
17	Metall sulfid va oksidlarining o'zaro ta'sirini o'rganish	32
18	Metall oksidini qattiq uglerod bilan tiklanish jarayonini aniqlash	34
19	Metall oksididan metallotermiya jarayoni orqali tiklanish jarayonini aniqlash	35
20	Metallarning bug'lanishi va kondensatsiyalanishidagi jarayonlarni o'rganish	37

Bosishga ruhsat etildi 18.09.2013 y. Bichimi 60x84 1/16.
Shartli bosma tabog'i 2,4. Nusxasi 50 dona. Buyurtma № 442.

TDU bosmaxonasida chop etildi. Toshkent sh,
Talabalar ko'chasi 54. tel: 246-63-84.