

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA‘LIM FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

TERMIZ DAVLAT MUHANDISLIK VA
AGROTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI

“Kimyo muhandisligi ” kafedrasi

«UMUMIY KIMYOVIY TEXNOLOGIYA»

fanidan bakalavrlar uchun amaliy mashg‘ulotlardan uslubiy ko‘rsatma



Termiz-2025

Mazkur ko'rsatma «Umumiy kimyoviy texnologiya» fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarishga o'rgatadigan metodik ko'rsatmaning bayoni va hisobi berilgan.

Uslubiy ko'rsatmada «Umumiy kimyoviy texnologiya» fanini o'zlashtirayotganda o'rganilishi lozim bo'lgan bir qancha jarayonlar ustida amaliy mashg'ulotlar olib borish berilgan. Bu mashg'ulotlarda qisqacha nazariy ma'lumotlar ishni bajarish tartiblari va qanday adabiyotlardan foydalanish mumkinligi to'g'risida to'liq ma'lumotlar berilgan.

Uslubiy ko'rsatmadan Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universitetida «Umumiy kimyoviy texnologiya» fani o'qitiladigan barcha yo'nalishlarda ko'rsatma sifatida foydalanish mumkin.

Ushbu “Umumiy kimyoviy texnologiya” fanidan amaliy mashg'ulotlardan uslubiy ko'rsatmasi barcha qiziquvchlar uchun mo'ljallangan

Tuzuvchilar: TDMAU “Kimyo muhandisligi” kafedrası professor o'qituvchilari, Zikirov H.A., Berdiyarov O'.M., Ramazonov S.O., Shamayev B.E.

Taqrizchilar:

S.Z.Xodjamkulov.

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar univaersiteti “Kimyo muhandisligi” kafedrası, dotsenti, DSc

Yu.E.Nazarov

Termiz davlat universiteti “Noorganik kimyo” kafedrası katta o'qituvchisi, k.f.f.d.,

Ushbu uslubiy qo'llanma universitet uslubiy Kengashining ____ 2025 yil ____- sonli majlisida ko'rib chiqildi va chop etishga tavsiya qilingan.

Kirish

Ushbu «**Umumiy kimyoviy texnologiya**» fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarishga o'rgatadigan metodik qo'llanmaning bayoni va hisob-kitoblari talabalarning ma'ruzalar davomida olgan nazariy bilimlarini mustahkamlash, ularni amaliyot bilan bog'lash va ishlab chiqarish jarayonlarini chuqurroq anglashga xizmat qiladi.

Fanda o'rganiladigan asosiy kimyoviy texnologik jarayonlar — gomogen, geterogen va boshqa turdagi kimyoviy reaksiyalar boradigan reaktorlar faoliyati asosida yaratilgan bo'lib, ular xalq xo'jaligida keng qo'llaniladigan texnologik jarayonlarning nazariy modelidir. Ushbu reaktorlar mineral o'g'itlar, sement, ekstraksion fosfat kislotasi, ammiak, nitrat kislota kabi asosiy kimyoviy mahsulotlarni ishlab chiqarishning yuragi hisoblanadi.

Kimyoviy ishlab chiqarish korxonalarida reaktorlar, issiqlik almashinish apparatlari, kontakt qurilmalari va ajratish tizimlari turli harorat va bosim sharoitlarida ishlaydi. Shu sababli, talabalar ushbu metodik qo'llanma orqali reaktorlarning ishlash prinsiplari, jarayon kinetikasi, massaviy va issiqlik muvozanati, hamda texnologik parametrlarning optimal tanlanishi bilan tanishadilar.

Qo'llanmada mineral o'g'itlar ishlab chiqarish texnologiyasi, sement ishlab chiqarish texnologiyasi (xomashyo tarkibini hisoblash, aylanma pechda pishirish jarayoni, klinker fazalari hosil bo'lishi) hamda ekstraksion fosfat kislotasi ishlab chiqarish (P_2O_5 modda balansini tuzish, kislotalash darajasi va texnologik reaktorlar samaradorligi) bo'yicha amaliy mashqlar, nazariy asoslar va hisoblash usullari keltirilgan.

Mazkur uslubiy qo'llanma «Umumiy kimyoviy texnologiya» fani o'qitiladigan barcha mutaxassisliklarning bakalaviriyat talabalariga mo'ljallangan. Qo'llanma talabalarga nazariy bilimlarni amaliyot bilan uyg'unlashtirish, ishlab chiqarish texnologik sxemalarini o'qish, texnologik parametrlarni tahlil qilish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish bo'yicha amaliy ko'nikmalarni shakllantirishga yordam beradi.

1-AMALIY MASHG'ULOT

SARFLANISH KOEFFISIENTLARINI HISOBLASH

Amaliy mashg'ulot maqsadi: Texnologik jarayonlarda sarflanish koefitsientini aniqlashni o'rgatish

Sarflanish koefitsienti (K)- bir birlik mahsulot olishga sarflanadigan har xil xom ashyo, suv, issiqlik, elektrenergiya, bug' sarfini tavsiflovchi kattalik. Ya'ni sarflanish koefitsienti deb, har qanday mahsulotning 1 tonna og'irligidagi yoki 1 m³ dagi hajmdagi yoki biror o'lchov birinchidagi miqdorda ishlab chiqarish uchun necha kg dan; yoki necha m³ dan reaksiyaga kirishayotgan moddalarni hamda aralashmalardan tayyorlashga aytiladi.

Nazariy sarflanish koefitsientlarini hisoblashda stexiometrik nisbatlarni, amaliy hisoblashda esa ishlab chiqarishdagi yo'qotilishlar va qo'shimcha reaksiyalarni hisobga oladi.

Moddiy balans reaksiyada qatnashuvchi bir modda orqali tuzilishi mumkin:

$$dN_A/dt = N_{A, C.K.} - N_{A, C.CH.} + N_{A, REAK.} \quad (1)$$

bu erda :

dN_A/dt – A moddaning sistemada to'planishi;

$N_{A, C.K.}$ – Sistemaga keluvchi A moddaning og'irligi;

$N_{A, C.CH.}$ – sistemadan chiqib ketayotgan A moddaning og'irligi;

$N_{A, REAK.}$ - sistemada reaksiyaga kirishgan A moddaning og'irligi.

Reaksiyon aralashmaning miqdoriy tavsifini ifodalash uchun quyidagi asosiy kattaliklar ishlatiladi:

N_i – aralashmadagi i-nchi komponentning mollar soni, mol;

n_i - i-nchi komponentning mol ulushi;

M_i - i-nchi komponentning og'irligi, kg;

m_i - i-nchi komponentning massa ulushi;

C_i - i-nchi komponentning mol konsentrasiyasi, kmol/m³;

C_i' - i-nchi komponentning og'irlik konsentrasiyasi, kg/m³;

V- reaksiyon aralashmaning hajmi, m³.

Bu kattaliklar orasidagi o'zaro nisbatlar quyidagi jadvalda berilgan.

Reaksion aralashmaning miqdoriy ko'rsatgichlari orasidagi o'zaro nisbatlar.

Ko'rsatgich	N_i	M_i	n_i	m_i	c_i	c_i'
N_i	1	$1/M_i$	N	m/M_i	V	V/M_i
M_i	M_i	1	$M_i \cdot n$	M	$M_i \cdot V$	V
n_i	$1/n$	$1/M_i n$	1	$m/M_i \cdot n$	V/M	$V/M_i \cdot n$
m_i	M_i/m	$1/m$	$M_i \cdot n/m$	1	M_i/m	V/m
c_i	$1/V$	$1/M_i \cdot V$	n/V	$m/M_i \cdot n$	1	$1/M_i$
c_i'	M_i/V	$1/V$	$M_i \cdot n/V$	m/V	M_i	1

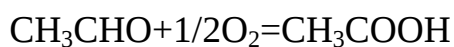
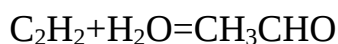
Bu erda $n = \sum n_i$ $m = \sum m_i$

Jadvaldan foydalanish namunasi: m_i -berilgan . n_i –topilsin. m_i –ostidagi va n_i -ni qarshisidagi kesishgan joydan topiladi va quyidagicha yoziladi: $n_i = (m/M_i \cdot n) m_i$

1-Masala Asetaldegidan 1t sirka kislota ishlab chiqarilganda, hajmiy jihatdan 97% CH_4 tutgan tabiiy gazning sarflanish koeffisientini hisoblang. Metandan asetilenning nazariy chiqish unumi

–15%, asetaldegidniki –60%, sirka kislotaning asetaldegidan chiqish unumi –90%. Moddaning molekulyar og'irliklari: C_2H_2 -26; CH_3CHO -44; CH_3-COOH -60; CH_4 -16.

Yechilishi: Sirka kislotani quyidagi reaksiyalar orqali olinadi:



1t CH_3COOH uchun CH_4 ning nazariy sarfi $1 \cdot 2 \cdot 16 / 60 = 0,534$ t. Metanning bosqichlardagi unumlarni hisoblari bo'yicha amaliy sarfi $0,534 / (0,90 \cdot 0,6 \cdot 0,15) = 6,59$ t yoki 9226 m^3 . Tabiiy gazning sarfi: $9226 / 0,97 = 9500 \text{ m}^3$.

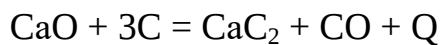
2-Masala Tekshirishdan so'ng quyidagi tarkibga ega bo'lgan:

$a = 78\%$ CaC_2 ; $v = 15\%$ CaO ; $C = 3\%$ C ; $d = 4\%$ o'zgacha aralashmadan iborat texnik kalsiy karbid ishlab chiqarishdagi sarflanish koeffisientini aniqlash.

Hisobni $e=1$ t texnik maxsulotga nisbatan olib borilsin, agarda: ko'ydirilgan ohak $j= 96,5\%$ CaO dan iborat bulsa, koks tarkibida esa kul = 4% ni; uchuvchan

moddalar $K = 4\%$ -ni; namlik $l=3\%$ ni tashkil etsa, C, CaC_2 va CaO ni molekulyar massasi 12, 64 va 56 uglerod birligiga teng bo'ladi.

Yechilishi: Kalsiy karbidi quyidagi kimyoviy tenglama bo'yicha olinadi:



Bu reaksiya yuqori harorat = 2000°C atrofida ketadi.

I. Quyidagi ohaktosh sarfini topish:

1) Berilgan yuqoridagi shartlarga muvofiq $e=1$, maxsulotda

$$m = \frac{a\% \cdot e}{100\%} 1000 = \frac{78\% \cdot 1m \cdot 1000_{\text{kg}}}{100\%} = 780_{\text{kg}} \text{ CaC}_2 \text{ bordir.}$$

Bunday miqdorda CaC_2 olish uchun reaksiyadagi stexiometrik nisbatga muvofiq, quyidagi CaO kerakdir:

$$m_1 = \frac{780 \cdot 56}{64} = 675_{\text{kg}} \text{ CaO}$$

2) Bundan tashqari, olingan maxsulotdagi reaksiyaga kirishaolmay qolgan CaO miqdori.

$$m_2 = \frac{1000_{\text{kg}} \cdot 15\% \cdot 1}{100\%} = 150_{\text{kg}} \text{ CaO}$$

3) U vaqtda toza CaO ning umumiy sarfi:

$$m_3 = m_1 + m_2 = 675 + 150 = 825 \text{ kg CaO}$$

4) Texnik kuydirilgan ohak tosh sarfi:

$$m_4 = \frac{m_3 \cdot 100\%}{\mathcal{K}\%} = \frac{825 \cdot 100\%}{96,5\%} = 850_{\text{kg}} \text{ kuydirilgan ohaktosh}$$

II. Koks sarfi.

1) Koksda uglerodning % miqdori:

$$m_5 = 100 - (i + k + l) = 100 - (4+4+3) = 89\%$$

2) m kg kalsiy karbidi hosil bo'lish uchun uglerod sarfi:

$$m_6 = \frac{m \cdot 3 \cdot 12}{64} = \frac{780 \cdot 3 \cdot 12}{64} = 440_{\text{kg}} \text{ uglerod}$$

3) Tayyor maxsulotdagi reaksiyaga kirishaolmay qolgan uglerod sarfi:

$$m_7 = \frac{e \cdot 1000_{\text{kg}} \cdot c\%}{100\%} = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 3\%}{100\%} = 30_{\text{kg}} \text{ uglerod.}$$

4) Uglerodning umumiy sarfi:

$$m_8 = m_6 + m_7 = 440 + 30 = 470 \text{ kg uglerod.}$$

5) Koks bo'yicha sarflanish koeffisienti:

$$m_9 = \frac{m_8 \cdot 100\%}{m_5 \%} = \frac{470 \cdot 100\%}{89\%} = 530_{\text{K2}} \text{ koks.}$$

Demak, 850 kg kuydirilgan ohak tosh 530 kg koks qo'shib qizdirilsa 1 tonna 78% li texnik kalsiy karbidi olinar ekan.

2-jadval

2 chi masala bo'yicha talabalrga topshiriq.

Talaba №	Talaba F.I.Sh.	a, %	v, %	s, %	d, %	e, %	j, %	i, %	k, %	l, %
1.		70	21,5	8,0	0,5	109	95,0	0,5	2	1
2.		71	20,5	7,5	1,0	3	99,1	1,0	2	1
3.		72	19,5	7,0	1,5	8	95,2	1,5	2	1
4.		73	18,5	6,5	2,0	11	95,3	2,0	2	1
5.		74	17,5	6,0	2,5	13	95,4	2,5	2	1
6.		75	16,5	5,5	3,0	27	95,5	3,0	2	1
7.		76	15,5	5,0	3,5	35	95,6	3,5	2	1
8.		77	14,5	4,5	4,0	50	95,7	4,0	2	1
9.		78	13,5	4,0	4,5	45	95,8	4,5	2	1
10.		79	12,5	3,5	5,0	39	95,9	5,0	2	1
11.		80	11,5	3,0	5,5	29	96,0	1	0,5	7,0
12.		81	10,5	2,5	6,0	13	96,1	1	1,0	7,5
13.		82	9,5	2,0	6,5	12	96,2	1	2,0	8,0
14.		83	8,5	1,5	7,0	11	96,3	1	2,5	8,5
15.		84	7,5	1,0	7,5	9	96,9	1	3,0	9,0
16.		85	6,5	0,5	8,0	8	96,5	1	3,5	9,5
17.		84	7,5	8,0	0,5	7	96,6	1	4,0	10,0
18.		83	8,5	7,5	1,0	0,5	96,7	1	4,5	10,5
19.		82	9,5	7,0	1,5	1,5	96,8	1	5,0	11,0
20.		81	10,5	6,5	2,0	2	96,9	7,0	5,0	0,5
21.		80	11,5	6,0	2,5	3,5	97,0	7,5	4,5	0,5
22.		79	12,5	5,5	3,0	5,0	97,1	8,0	4,0	0,5
23.		78	13,5	6,0	3,5	7,5	97,2	8,5	3,5	0,5
24.		77	14,5	4,5	4,0	9,5	97,3	9,0	3,0	0,5
25.		76	15,5	4,0	4,5	13,5	97,4	9,5	2,5	0,5

2-AMALIY MASHG'ULOT

KIMYOVIY JARAYONLARNING MODDIY BALANSINI TUZISH

Amaliy mashg'ulot maqsadi: Kimyoviy jarayonlarning moddiy balanslarini tuzishni o'rgatish

Kimyo texnologik jarayonlar muvozanat darajasini miqdorini xisobi.

Ma'lumki xomashyoni tashkil qiluvchi moddalar qatori, mahsulotni tashkil etuvchi moddalar ham o'zaro reaksiyaga kirishishi mumkin, ya'ni bir vaqtning o'zida to'g'ri va teskari reaksiyalar ketishi mumkin va ular tezliklari teng bo'lgan vaqtda kimyoviy muvozanatdagi erishini va u moddalar konsentratsiyasi, harorati va bosimi doimiy bo'lganda – o'zgarmasdir.

Massalar ta'siri qonuniga muvofiq:



to'g'ri reaksiya tezligi:

$$V_1 = K_1[A]^m[B]^n$$

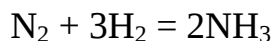
Teskari reaksiya tezligi:

$$V_2 = K_2[C]^p[D]^q$$

Muvozanat sharoitida: $V_2 = V_1$

$$K_2[C]^p[D]^q = K_1[A]^m[B]^n$$

Masalan:



$$V_1 = k_1[N_2] \cdot [H_2]^3;$$

$$V_2 = k_2[NH_3]^2;$$

$$V_1 = V_2 = da$$

$$k_1[N_2] \cdot [H_2]^3 = k_2[NH_3]^2 \quad \text{bo'ladi.}$$

$$K = k_1 / k_2 = [NH_3]^2 / [N_2] \cdot [H_2]^3$$

K_1 va K_2 - tezlik konstantalari, K – muvozanat konstantasi va u haroratga bog‘liqdir.

Vant-Goff tenglamasiga muvofiq muvozanat konstantasi: haroratga quyidagicha bog‘liqdir:

$$\frac{d \ln K_{MK}}{dT} = \frac{q_p}{RT^2}$$

K_{mk} - muvozanat konstantasi; T – $^{\circ}\text{K}$ harorat; q_p - reaksiyani issiqlik effekti va uni Tga nisbatan tenglamasi Kirx-Goff tenglamadan topiladi. 12 mol modda uchun $q_p = C_p \cdot \Delta T$; $C_p = f(T)$; $q_p = f(T)$

Vant-Goff tenglamasi integrallab:

$\ln K_{MK} = f(T)$ topiladi; Bu erda integral doimiysi ,

K_{mk} - har xil ifodalanishi mumkin:

$$K_{mk} = \frac{[P_c]^p [P_d]^q}{[P_B]^m [P_B]^n}; \quad K_s = \frac{[C_c]^p [C_D]^q}{[C_A]^m [C_B]^n};$$

$$\Delta N = [q + p] - [m + n];$$

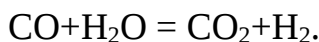
$$K_N = \frac{[N_c]^p [N_d]^q}{[N_A]^m [N_B]^n}; \quad K_{MK} = P \cdot K_N$$

1-Masala Kimyoviy reaksiyaning $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + Q$ muvozanat const 1227°C haroratda $K_r = 7,6 \cdot 10^{-12}$ teng. SHu reaksiyaning 1287°C haroratda muvozanat const aniqlang.

Yechilishi: Ma’lumotlarga ko‘ra 1 mol H_2O hosil bo‘lish issiqligi 242200 dj/mol teng. 2 molga-484400 dJ (q). $T_1 = 1227 + 273 = 1500^{\circ}\text{S}$ $T_2 = 1287 + 273 = 1560^{\circ}\text{C}$
 $K_r = 7,6 \cdot 10^{-12}$ $\lg K_r = \lg 7,6 \cdot 10^{-12} = -11,1192$; $K / K_1 = -q (T - T_1) / 19,145 T \cdot T_1$; $\lg K - \lg K_1 = -484400(1500 - 1560) / 19,145 \cdot 1560 \cdot 1500 = 0,6487$; $\lg K + 11,1192 = 0,6487$.
 $\lg K_p = -10,4705$ dan $K_r = 3,385 \cdot 10^{-11}$.

2-Masala Uglerod monooksidini suv bug‘i bilan konversiyalash jarayonida muvozanat konstantasi 1teng ($K_m = 1$). Muvozanat holatidagi gaz aralashmasining

tarkibini aniqlang. 1mol uglerod monooksidiga 2 mol H₂O bug‘i sarflanadi.



Yechilishi : Muvozanat konstantasini yozamiz: $K = [\text{CO}_2][\text{H}_2] / [\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]$
Hosil bo‘lgan CO₂ va H₂ ning miqdorini x deb hisoblaymiz. U holda CO va H₂O ning miqdorlari tegishli ravishda $1-x$ va $2-x$ bo‘ladi. $K = x \cdot x / (1-x)(2-x) = 1$ tenglama hosil bo‘ladi va bundan $x = 0,67$ mol/l kelib chiqadi. U holda muvozanat holatidagi gazlarning miqdorlari $[\text{CO}] = 0,33$ mol/l, $[\text{H}_2\text{O}] = 1,33$ mol/l, $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 0,67$ mol/l dan bo‘ladi.

Masalalar.

1. Fosgenning muvozanat sharoitidagi dissosiyalanish darajasi $t = 527^\circ\text{C}$ va

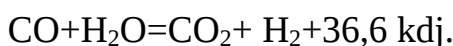
$P = 1,01 \cdot 10^5$ Pa da $X_r = 0,75$ bo‘lsa, K_r va K_s shu sharoit uchun xisoblansin.

2. $t = 111^\circ\text{C}$ va $P = 10^5$ Pa da laboratoriya reaktorida 6 l 9,2g N₂O₄ gazi bo‘lsa;

$\text{N}_2\text{O}_4 \longleftrightarrow 2\text{NO}_2$ Reaksiyaning muvozanat konstantasi hisoblansin. (K_r)

3. CO₂ uglerod dioksidining uglerod bilan reaksiyasida (domna jarayoni ya’ni qattiq yoqilg‘ini gazifikasiyasi) $t = 1000^\circ\text{C}$ va $P = 3 \cdot 10^5$ da muvozanat sharoitida gazning 17% (h) CO₂ tashkil etsa; $P = 20 \cdot 10^5$ Pa da gazning tarkibidagi CO₂% hisoblang.

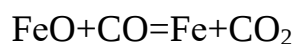
4. CO ning suv bug‘i bilan konversiyasi:



$T = 500^\circ\text{C}$ CO:H₂O = 1:2 nisbatda bo‘lsa muvozanat sharoitidagi gazning % hisoblansin.

5. Gazlar aralashmasining tarkibi [%;(h)]:

CO=20; N₂=80 ; $t = 1000^\circ\text{C}$ va $P = 10^5$ Pa da temir zangidan:

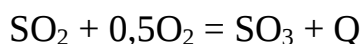


Agar $K_s = 0,403$ bo‘lsa, 1000 m³ gaz muvozanat sharoitda ta’sir etganda hosil bo‘ladigan temir massasini va muvozanat sharoitdagi gazning tarkibi aniqlang?

3-MASALA Kontakt usuli bilan sulfat kislota ishlab chiqarishda SO_2 ni SO_3 ga oksidlash jarayonida forkontakt qurilmasiga quyidagi tarkibdagi o'choq gazi kiradi: $\text{SO}_2 = a = 11\%(\text{h})$; $\text{O}_2 = b = 10\%(\text{h})$; $\text{N}_2 = v = 79\%(\text{h})$

Oksidlash jarayoni harorati $t = 570^\circ\text{C}$ da va $P = 1,2 \cdot 10^5 \text{Pa}$ bosimda olib boriladi. Oksidlanish darajasi $X = 70\%$ ga teng. Oksidlangan gaz tarkibi va muvozanat doimiysi miqdori aniqlansin.

Echimi: SO_2 ni SO_3 ga oksidlanishi quyidagi reaksiya bo'yicha amalga oshiriladi:



Bu reaksiyalar amaliy qaytar, gomogen va ekzotermikdir. Masala shartiga ko'ra muvozanatga erishilgan vaqtda, ya'ni SO_2 ni SO_3 ga $X = 70\%$ oksidlangan vaqtda, o'choq gazi tarkibiga kiruvchi gazlar molekullari soni mollar hisobida quyidagicha o'zgarishi mumkin:

Reaksiyaga qadar: Reaksiyadan so'ng, ya'ni muvozanat vaqtida hosil bo'ladi.
 SO_3 dan:

$$n'_{\text{SO}_2} = 0,11 \text{ mol} \quad n_{\text{SO}_3} = n'_{\text{SO}_2} \cdot x = 0,11 \cdot 0,7 = 0,077 \text{ mol}$$

$$n'_{\text{O}_2} = 0,10 \text{ mol} \quad \text{qoladi } \text{SO}_2 \text{ dan}$$

$$n'_{\text{N}_2} = 0,79 \text{ mol} \quad n_{\text{SO}_2} = n'_{\text{SO}_2} - n_{\text{SO}_3} = 0,11 - 0,077 = 0,033 \text{ mol}$$

Qoladi O_2 dan:

$$\Sigma n' = 1,00 \text{ mol} \quad n_{\text{O}_2} = n'_{\text{O}_2} - \frac{n_{\text{SO}_3}}{2} = 0,100 - \frac{0,077}{2} = 0,0615$$

Azot reaksiyaga kirishmagani uchun o'zgarmaydi:

$$n_{\text{N}_2} = n'_{\text{N}_2} = 0,79 \text{ mol}$$

$$\Sigma n = 0,9615 \text{ моль}$$

Shunday qilib, reaksiya natijasida o'choq gazining umumiy hajmi $1,000 - 0,9615 = 0,0385 \text{ mol}$ ga kamayib, $0,9615 \text{ mol}$ ga teng bo'lib qoladi. Bu vaqti o'choq gazini muvozanat sharoitidagi tarkibi, mollar ulushida quyidagicha bo'ladi:

$$M_{\text{SO}_3} = \frac{n_{\text{SO}_3}}{\Sigma n} = \frac{0,077}{0,9615} = 0,0797 \text{ m.u.}$$

$$M_{\text{SO}_2} = \frac{n_{\text{SO}_2}}{\Sigma n} = \frac{0,033}{0,9615} = 0,0342 \text{ m.u.}$$

$$M_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{\sum n} = \frac{0.0615}{0.9615} = 0.0638 \text{ m.u.}$$

$$M_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{\sum n} = \frac{0.79}{0.9615} = 0.8223 \text{ m.u.}$$

$$\sum M = 1,0000 \text{ m.u.}$$

O'choq gazining muvozanat sharoitidagi hajmiy % dagi tarkibi:

$$\sum M \longrightarrow 100\% (\%) \quad P'_{SO_3} = \frac{M_{SO_3} 100\%}{\sum M} = \frac{0.0797}{1.000} 100\% = 7.97\%(x)$$

$$M_{SO_3} \longrightarrow P'_{SO_3}(x) \quad P'_{SO_2} = \frac{M_{SO_2} 100\%}{\sum M} = 3.42\%(x)$$

$$P'_{O_2} = \frac{M_{O_2} 100\%}{\sum M} = 6.38\%(x)$$

$$P'_{N_2} = \frac{M_{N_2} 100\%}{\sum M} = 82.23\%(x)$$

$$\sum P' = 100\%(x)$$

Endi o'choq gazi komponentlarining muvozanat sharoitidagi parsial (umumiy) bosimini aniqlaymiz:

$$R_{SO_3} = M_{SO_3} P = 0,0797 \cdot 1,2 \cdot 10^5 = 0,096 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_{SO_2} = M_{SO_2} P = 0,0342 \cdot 1,2 \cdot 10^5 = 0,041 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_{O_2} = M_{O_2} P = 0,0638 \cdot 1,2 \cdot 10^5 = 0,076 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_{N_2} = M_{N_2} P = 0,8223 \cdot 1,2 \cdot 10^5 = 0,987 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\sum P = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

3-jadval

Maslalar yuzasidan talablarga topshiriq

№	Talaba familiyasi, otasining ismi	a%	b%	v%	X%
1.		10	11	79	80
2.		9	12	79	80
3.		8	13	79	80
4.		7	14	79	80

5.		11	10	79	80
6.		12	9	79	80
7.		13	8	79	80
8.		14	7	79	80
9.		10,5	10,5	79	80
10		11,5	9,5	79	80
11		9,5	11,5	78	80
12		8,5	12,5	78	80
13		10	11	78	80
14		9	12	78	80
15		8	13	78	75
16		7	14	78	75
17		11	10	78	75
18		12	9	78	75
19		13	8	78	75
20		14	7	78	75
21		10,5	10,5	77	75
22		11,5	9,5	77	75
23		9,5	11,5	77	75
24		8,5	12,5	77	75
25		10	11	77	75
26		9	12	77	75
27		8	13	77	75
28		7	14	77	75
29		11	10	77	75
30		12	9	77	75
31		13	8	77	75

Tezlik doimiysi va jarayon tezligi hisoblari

Kimyoviy reaksiyaning tezligi. Agar gaz holdagi H_2 va O_2 oddiy sharoitda aralashtirilsa, hech qanday reaksiya sodir bo'lmaydi. Faqat qizdirilgandagina bu jarayon ketadi. $400^\circ C$ da H_2 bilan O_2 ni to'la reaksiyaga kirishi uchun 80 kun, $500^\circ C$ da 2 soat, $600^\circ C$ da esa portlashi bilan borishi tajriba yo'li bilan aniqlangan. Vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentrasiyasini o'zgarishiga kimyoviy reaksiyaning tezligi deyiladi. Biroq bir sistemada turgan molekulalar o'zaro faol to'qnashib reaksiyaga kirishishi mumkin.

Faol to'qnashishlar soni reaksiyaga kirayotgan molekulalarning miqdoriga, ya'ni konsentrasiyasiga bog'liq. Konsentrasiya qancha yuqori bo'lsa, to'qnashishlar soni ham shuncha ko'p bo'ladi. Kimyoviy reaksiya tezligiga konsentrasiyani ta'sirini massalar ta'siri qonuni ko'rsatadi. Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentrasiyasiga to'g'ri proporsionaldir. Qattiq moddalar misolida esa, reaksiya tezligi sirt yuzining kattaligiga to'g'ri proporsionaldir. Reaksiya tezligiga konsentrasiyadan tashqari, harorat ham ta'sir etadi. Harorat ortganda, molekulalarning ichki energiyasi ortib ularning faol to'qnashishlar soni ham ortadi. Vant-Goff qonuni. Harorat har $10^\circ C$ ortganda ko'pchilik reaksiyalarning tezliklari 2-4 marta ortadi.

Haroratlardagi reaksiya tezliklari – harorat koeffisienti bo'lib, u har $10^\circ S$ da reaksiya tezligi necha marta o'zgarishini ko'rsatadi. Vaqt birligi ichida molekulalarning faol to'qnashishlar soni $\sqrt{T}$ ga to'g'ri proporsional ravishda ortadi. (T-abs. harorat). Agar qizdirish $0^\circ C$ dan $100^\circ C$ gacha olib borilgan bo'lsa, faol to'qnashishlar soni $\sqrt{373} : \sqrt{273} = 1,2$ marta ortadi. Faollantirish energiyasi katta bo'lsa, berilgan haroratda reaksiya shunchalik sekin ketadi.

Xaroratni tezlik "const" ta'siri.

1-Masala Kimyoviy reaksiyaning $15^\circ C$ haroratda tezlik const $2 \cdot 10^{-2}$ teng, $52^\circ C$ esa $0,38 \text{ (mol/dm}^3\text{) \cdot sek}^{-1}$). Kimyoviy reaksiyaning $30^\circ C$ haroratda tezlik «const» va harorat koeffisientini aniqlang.

Yechilishi: $\Delta t = 52 - 15 = 37^0$. $k_{t2} = \gamma^{\Delta t/10} \cdot k_{t1}$

$$\lg k_{t2} - \lg k_{t1} = (\Delta t/10) \lg \gamma$$

$$\lg 0,38 - \lg 0,02 = 3,7 \lg \gamma; \lg \gamma = 0,3456; \gamma = 2,22.$$

30⁰C haroratidagi tezlik konstantasi: $\Delta t = 30 - 15 = 15$.

$$\lg k_{30} - \lg k_{15} = 1,5 \lg 2,22$$

$$\lg k_{30} = 1,5 \lg 2,22 + \lg 0,02$$

$$\lg k_{30} = 0,5184 + \lg 0,02$$

2-Masala $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$. Kimyoviy reaksiyaning tezlik const 327⁰C haroratida ($T_1 = 600^0\text{K}$) 83,9(mol/dm³)/sek⁻¹ 367*S ($T_2 = 640^0\text{K}$) 407,0 (mol/dm³)/sek⁻¹. Faollik E ni aniqlang.

Yechilishi: $dq_{\text{FAOL}} = -(RT^2/dT) \cdot 2,3 \lg k$.

k-tezlik const; T-harorat; R-gaz.doim.,dj/mol.grad; q-faollik E,dj/mol.grad.
 $k_2 = 407,0$ $k_1 = 83,9$ $T_2 = 640^0\text{K}$ $T_1 = 600^0\text{K}$. dj/mol.grad. Integrallashtan so'ng quyidagi tenglamani olamiz:

$$2,3 \lg k_2/k_1 = q_{\text{FAOL}}/R(1/T_1 - 1/T_2)$$

$$q_{\text{FAOL}} = [(640 - 600)/640 \cdot 600] = 2,3 \cdot 8,31 \cdot \lg k_2/k_1.$$

$$q_{\text{FAOL}} = 126500 \text{ dj/mol} \cdot \text{grad}.$$

Misollar.

1. Kontakt usuli bilan sulfat kislota ishlab chiqarishda SO₂ ni SO₃ga oksidlash jaraenida forkontakt qurilmasiga quyidagi tarkibdagi o'choq gazi kiradi: SO₂ = a = 11%(h); O₂ = b = 10% (h); N₂ = v = 79% (h)

Oksidlash jarayoni harorati t= 570⁰Cda va P=1,2*10⁵Pa bosimda olib boriladi. Oksidlanish darajasi X=70% ga teng. Oksidlangan gaz tarkibi va muvozanat doimiysi miqdori aniqlansin.

1. Reaksiyaning tezligi $t_1=500^{\circ}\text{C}$ da $t_2=430^{\circ}\text{C}$ ga qaraganda 7 marta katta.

Reaksiyaning faollanish energiyasi aniqlansin.

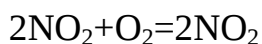
2. A moddaning parchalanish reaksiyasida faollanish energiyasi va reaksiyaning tezligi konstantasining haroratga bog'liqligini aniqlang. Reaksiyaning konstanta

tezligi: $t_1=10^{\circ}\text{C}$. $K_1=1,1 \cdot 10^{-4}$;

$t_2=60^{\circ}\text{C}$ $K_2=5,5 \cdot 10^{-2}$

3. Gazlar aralashmasi tarkibi: azot oksidi va havodan iborat. Azotning oksidlanish tezligi maksimal darajada bo'lsa, xisoblashda formal kinetika tenglamasidan foydalanib kislorodning konsentrasiyasini aniqlang.

4. Reaksiyaning tezligini qanday o'zgartirish mumkin:



agar: a) kislorodning boshlang'ich tezligini 2 marta oshirish.

v) azot oksidini boshlang'ich tezligini ikki marta oshirish.

5. Polimerlanish reaksiyasi gomogen faza va o'zgarmas fazada ketadi.

Monomerning 30% ti 40 daqiqa davomida konsentratsiyasi boshlang'ich

konsentratsiyadan 0,3; 0,5; 0,9; mol/l yo'qolish tezligini aniqlang.

6. $2\text{A} + \text{V} = \text{D}$ reaksiya ketish davomida 20 daqiqa so'ng moddaning qancha qismi qoladi?

KATALITIK JARAYONLARNING HISOBI. KATALIZATOR UNUMDORLIGINI ANIQLASH

Gomogen reaksiyalarda reaksiya tezligi va tezlik konstantasi katalizatorning miqdoriga to'g'ri proporsionaldir. $K=S-A_k$ A_k - katalizatorning faolligi. S - katalizatorning konsentratsiyasi, g/l. Getorogen sistemalarda katalizatorning faolligi asosan, uning unumdorligi yoki to'qnashish vaqti va faollik soni bilan baholanadi.

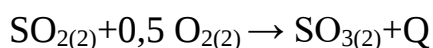
$\tau_k=3600/W_H(\text{sek})$. W_H -katalizator orqali o'tayotgan moddaning hajmiy tezligi, m^3/soat ; Gazlar normal sharoitiga keltirilishi kerak (nm^3/soat).

Katalizatorning unumdorligi deganda, vaqt birligi ichida (min, soat,sek) katalizator yuzasi (m^2), og'irlik (kg) yoki hajm (m^3) birligidan mahsulotning chiqishi tushuniladi.

$$A_K = m_{\text{amal}} / \tau \cdot F_{\text{kat}} = m_{\text{amal}} / \tau \cdot m_{\text{kat}} = m_{\text{amal}} / \tau \cdot V_{\text{kat}}.$$

1-masala. Ammiakning platina katalizatori yordamida oksidlanganda 1 kunda 720 kg nitrat kislota olindi. Katalizatorning og'irligi 32 g. katalizatorning faolligi aniqlansin.

Echilishi: $A_K = m_{\text{amal}} / \tau \cdot m_{\text{kat}}$ dan $A_K = 720 / 0,032 \cdot 24 \cdot 60 = 15,6 \text{ kg/kg} \cdot \text{daqiq}^{-1}$. Kimyoviy reaktorlarning bir turi ideal sikib chikaruvchi reaktorlardir. Ideal sikib chikarish rejimida ishlaydigan reaktorlarga misol kilib SO_2 gazini SO_3 ga oksidlash jarayoni ketadigan bir katlamli kantakt apparatini olish.



Bu yerda, V_2O_5 kat r ishtirokida 450°C airofida kuyidagi reaksiya buyicha SO_2 SO_3 ga oksidlash jarayoni amalga oshiriladi.

2-masala:

SO_2 ni SO_3 ga oksidlash kontakt apparatidagi katlam ichidagi xarorat 595°C .

Berilgan.

1. $t_1 = 595^\circ\text{C}$
2. $\text{PSO}_2 = 11,4\% \text{SO}_2$
3. $\text{PO}_2 = 0,6\% \text{O}_2$
4. $\text{PN}_2 = 79\% \text{N}_2$

Uchok gazining sarfi

5. $V_{\text{uch}} = 140000 \text{ m}^3 / \text{soat}$

Uchok gazining chiziklik tezligi

6. $W_{\text{uch}} = 1,42 \text{ m/sek}$

595°C dagi SO_2 ni SO_3 ga oksidlash tezligi doyimiyliigi

7. $E = 23000 \text{ kkal/ mol}$

V_2O_5 katalizatorning aktivlanish energiyasi katalizatorlari.

8. $s = 1,34$ ortikchalik koeffitsienti

9. $x=0,54$ SO₂ ni SO₃ ga ammoniy oksidlanish koeffitsienti

$$X = \text{PSO}_3 / (\text{PSO}_3 + \text{PSO}_2) < 1$$

10. $K_0 = 9,4 \cdot 10^6$ V₂O₅ katalizatori uchun doyimiy

11. Kurilmadagi umumiy bosim $R = 1$ atm.

Yukoridagi sharoitlarida quyidagilar xisoblanadi:

1. Reaktorning, ya'ni kontakt apparatidagi katalizning xajmi xisoblansin.
2. Kontakt apparatining diametri xisoblansin.
3. Katalizator katlamining balandligi xisoblansin.

IDEAL SIQIB CHIQUYUVCHI REAKTORLARNING HISOBLARI.

$A \rightarrow D$. Barcha zarrachalar berilgan yo'nalishda boshqa tomondagi zarrachalar bilan aralashmagan holda, to'liq oqim bilan oldindagi zarrachalarni siqib chiqaradi. Barcha zarrachalarning reaktorda bo'lish vaqti bir xil. Shuning uchun $\tau = v/V$. v -reaksion hajm. V -aralashmaning sarfi. Reaktorning butun uzunligi bo'yicha reagentlarning konsentratsiyasi, reaksiya tezliklari kamayadi, moddalarning aylanishi darajasi ortadi (tezlik pasayadi).

Elementlarning reaktorga kirishdagi hajmi, vaqti (τ), reaktor hajmi (V) va uning balandligi (N) bo'lsa, elementlardan so'ng esa $\tau + d\tau$, $V + dV$ va $H + dH$ bo'lib qoladi. Elementar hajm oldidan aylanish darajasi X_A , mahsulot miqdori D (aralashma G_0 dagi), uning konsentratsiyasi S_{DO} , S_{AO} , elementar hajmdan so'ng esa $X_A + d_{xA}$, $G_0 + dG_0$, $S_{DO} + dDCO$, $S_{AO} - dSA$. Bundagi jarayonning tezligini quyidagi differensial tenglama bilan ifodalash mumkin. Material balans tenglamasi: $V C_A \cdot d_{XA} = U_A \cdot dV$. U_A -reaksiya tezligi. Butun reaktor bo'yicha materila balans tenglamasi quyidagicha:

$$\int_0^v dv/V = \int_0^{X_A} C_{A0} \cdot dx_A / U_A. \quad \tau = v/V = C_{A0} \int_0^{X_A} dx_A / U_A \quad \text{ISCH reaktorlar uchun xarakteristik}$$

tenglama. ISCH reaktorlari uchun hisoblash tenglamalari:

4-jadval

Ideal siqib chiqaruvchi reaktorlar uchun hisoblash tenglamalari.

Reaksiya	Kinetik model	Hisoblash tenglamasi
$A \rightarrow R$	kC_A	$\tau = -\frac{1}{k} \cdot \ln C_{A0}/C_A = -\frac{1}{k} \cdot \ln (1/(1-X_A))$ $C_A = C_{A0} \exp(-k\tau); X_A = 1 - \exp(-k\tau)$

$A \rightarrow R$	$kC_A^n (n \neq 1)$	$\tau = (c_{A0} - c_A) / k(n-1);$ $\tau = [c_{A0}^n / k(n-1)] \cdot [(1-x_A)^{1-n} - 1]$
$A+B \rightarrow R$	$kC_A C_B (C_{B0}/C_{A0}=b),$ $C_{A0} \neq C_{B0}$	$\tau = \ln(C_{B0}C_{A0} / C_{B0}C_A) / k(C_{B0} - C_{A0})$ $\tau = \ln[(b-x_A)/b(1-x_A)] / kC_{A0}(b-1)$
$A \rightarrow R$	$kC_A - k'C_B (C_R \neq 0)$	$C_A = [(k_1/(k_1+k_2)) \cdot C_{A0} \cdot \{ (k_1/k_2) + e^{-(k_1+k_2)\tau} \}]$ $x_A = [(k_1/(k_1+k_2)) \cdot [1 - e^{-(k_1+k_2)\tau}]]$

1-masala. 1-nchi tartibli $A \rightarrow R$ ko'rinishdagi reaksiya suyuq fazada olib borilmoqda. Reaksiya tezligini konstantasi $0,45 \text{ min}^{-1}$. Reagentning hajmiy sarfi 30 l/min . 150 l hajmli ISCHR dagi A moddaning aylanish darajasini aniqlang.

Yechilishi: $X_A = 1 - e^{-k\tau} = 1 - e^{-0,45 \cdot 30} = 1 - 1/e^{13,5}$ $X_A = V/5 =$

Masalalar.

1. Qo'yidagi ma'lumotlar uchun ideal siqib chiqaruvchi va ideal aralashtiruvchi reaktorning hajmini aniqlansin.

SO_2 ni SO_3 ga V_2O_5 katalizator ishtirokida oksidlash darajasi $X_1=0,3$ va $X_2=0,7$; jarayon doimiy temperaturada ($t=569^\circ\text{C}$).

Reaksiyaning tezligi G.K. Brosenkova tenglamasi bilan yoziladi:

$$U = K/2a(X_r X/X_r)^{0,8} \cdot (2a - ax)$$

Bu yerda: a va v-reaksiyadagi SO_2 va O_2 ning boshlang'ich konsentratsiyasi % (h)

Gazning sarfi 10000 m^3 . Sarflanayotgan gazning tarkibi: $\text{SO}_2=9\%$; $\text{O}_2=10\%$

$\text{N}_2=81\%$; SO_2 ni SO_3 ga oksidlash reaksiyasining tezlik konstantasi 569°C da 11 ga teng; Muvozanat chiqishi $X_r=0,79$.

2. 6 m^3 hajmli to'la aralashtirish reaktoriga $S=0,0121$ etilatsetat, $3,12$ va $3,14 \text{ l/sek}$ tezlik bilan berilsa, (ikkinchi tartibli) gidrolizlanish reaksiyasining tezlik konstantasi $0,11 \text{ m}^3/(\text{mol s})$ bo'lsa apparatdan chiqishdagi eritma tarkibidagi etilatsetat konsentratsiyasi hisoblansin.

3. Eritmada ikkinchi tartibli reaksiya ketsa, reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi teng bo'lsa, talab qiladigan aylanish 90% va u 7 daqiqa ichida davriy reaktorda amalga oshsa ikki pag'onali va uch pag'onali aralashtirish reaktori uchun kerak bo'ladigan vaqtni aniqlang.

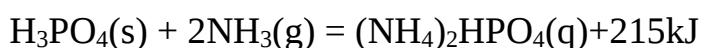
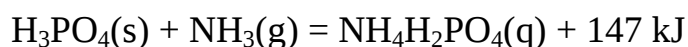
3- AMALIY MASHG'ULOT

AMMAFOS ISHLAB CHIQRISH MODDIY BALANSI

Amaliy mashg'ulot maqsadi: Ammofos ishlabchiqarish jarayonining moddiy balanslarini tuzishni o'rgatish

Ammoniy-fosfat o'g'itlardan ammofos — oz mikdordagi (-10%) diammoniy-fosfat qo'shimchasi bo'lgan monoammoniyfosfat ko'p mikdorda ishlab chiqariladi. Davlat standartlari (DSt 18918-85) talablariga muvofiq, donadorlangan ammofos ikki xil markada: A — apatit konsentratidan va B - fosforitdan olingan ekstraksion fosfor kislotani ammiak bilan neytrallash natijasida ishlab chiqariladi. A markali oliy va 1-sifat kategoriyali va B markali oliy va 1-sifat kategoriyali mahsulotlar tarkibida, muvofiq ravishda: 52 va $50 \pm 1\%$ dan kam bo'lmagan, 44 va $42 \pm 1\%$ dan kam bo'lmagan P_2O_{5uzl} ; 48, 46, 34 va $32\% P_2O_{5suv}$; 12 ± 1 , 12 ± 1 , 11 ± 1 va $10 \pm 1\%$ N va 1% dan ko'p bo'lmagan H_2O bo'ladi. O'lchamlari 1-4 mm bo'lgan donachalarning ulushi oliy navda 95% dan va birinchi navda 90% dan kam bo'lmashligi kerak. Ammofosdagi N: P_2O_5 nisbati -1:4 ga tengdir.

Ammoniy fosfatlari ishlab chiqarish uchun ammiak va ortofosfor kislotani (ekstraksiya yoki termik) xom ashyo hisoblanadi. Fosfor kislotani ammiak bilan neytrallash ko'p mikdordagi issiqlik ajralishi bilan sodir bo'ladi:



Ammofos ishlab chiqarishda kislotani ammiak bilan neytrallash uchun saturatorning moddiy balansi.

$a = 1000 \text{ kg EFK}$ uchun va uning tarkibi:

$$b = P_2O_5 - 25\%$$

$$v = SO_3 - 3,75\%$$

$$g = MgO - 3,6\%$$

$$d = CaO - 0,2\%$$

$$e = Al_2O_3 - 1,3\%$$

$$j = Fe_2O_3 - 1,3\%$$

$$i = F - 1,86\%$$

Suyuq NH_3 -99% H_2O -1%. Jarayonda 1000 kg kislotadan 78 kg bug'lanadi.

Umumiy P_2O_5 ga nisbatan neytrallangan pulpadagi ammiak 27% tashkil etadi.

Kirim.

1) 1000 kg EFK tarkibidagi 25% li P_2O_5 ni miqdori.

$$H_3PO_4 = 1000 \cdot 0,25 \cdot 2 \cdot 98/142 = 345 \text{ kg.}$$

$$H_2O = 1000 - 345 = 655 \text{ kg.}$$

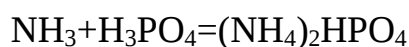
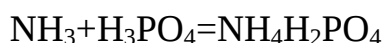
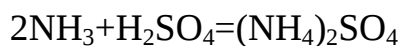
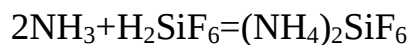
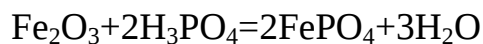
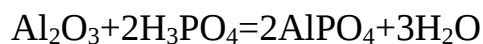
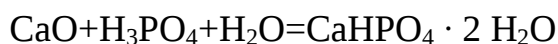
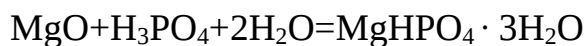
2) Umumiy P_2O_5 ga nisbatan neytrallangan pulpadagi ammiak sarfi 27% bo'lganda:

$$1000 \cdot 0,25 \cdot 0,27 = 67,5 \text{ kg.}$$

$$\text{Ammiakdagi suv: } (67,5 \cdot 1)/99 = 0,68 \text{ kg.}$$

Chiqim:

1) Pulpa tarkibida ya'na bir qancha tuzlar ham hosil bo'ladi.



Fosfat kislotani ammiak bilan neytrallaganda eritma tubida tuzlar hosil bo'ladi:

$$MgHPO_4 \cdot 3H_2O = \frac{1000 \cdot 0,036 \cdot 174}{40} = 156,6 \text{ kg.}$$

$$\text{Krist. suv.} = \frac{1000 \cdot 0,036 \cdot 3 \cdot 18}{40} = 48,6 \text{ kg.}$$

$$P_2O_5 = \frac{1000 \cdot 0,036 \cdot 142}{40 \cdot 2} = 63,9 \text{ kg.}$$

$$CaHPO_4 \cdot 2H_2O = \frac{1000 \cdot 0,002 \cdot 172}{56} = 6,1 \text{ kg.}$$

$$\text{Kristal suv.} = \frac{1000 \cdot 0,002 \cdot 2 \cdot 18}{56} = 1,3 \text{ kg.}$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = \frac{1000 \cdot 0,002 \cdot 142}{56 \cdot 2} = 2,5 \text{ kg.}$$

$$\text{AlPO}_4 = \frac{1000 \cdot 0,013 \cdot 2 \cdot 122}{102} = 31,1 \text{ kg.}$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = \frac{1000 \cdot 0,013 \cdot 142}{102} = 18,1 \text{ kg.}$$

$$\text{FePO}_4 = \frac{1000 \cdot 0,013 \cdot 2 \cdot 270}{160} = 33,6 \text{ kg.}$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 = \frac{1000 \cdot 0,013 \cdot 142}{160} = 11,5 \text{ kg.}$$

$$(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6 = \frac{1000 \cdot 0,0186 \cdot 178}{6 \cdot 19} = 29,0 \text{ kg.}$$

$$\text{NH}_3 = \frac{1000 \cdot 0,0186 \cdot 2 \cdot 17}{6 \cdot 19} = 5,5 \text{ kg.}$$

$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = \frac{1000 \cdot 0,0375 \cdot 132}{80} = 61,9 \text{ kg.}$$

$$\text{NH}_3 = \frac{1000 \cdot 0,0375 \cdot 2 \cdot 17}{80} = 15,9 \text{ kg.}$$

2) P_2O_5 ni umumiy miqdori: $63,9 + 2,5 + 18,1 + 11,5 = 96 \text{ kg.}$

3) Qolgan P_2O_5 esa ammiak bilan neytrallanib ammoniy fosfat hosil qiladi. Ammiak bilan neytrallangan P_2O_5 :

$$1000 \cdot 0,25 - 96 = 154 \text{ kg.}$$

4) Kremniy ftorid va ammoniy sulfat uchun sarflangan NH_3 :

$$5,5 + 15,9 = 21,4 \text{ kg.}$$

5) Ammoniy fosfat hosil bo'lishi uchun sarflangan ammiak:

$$67,5 - 21,4 = 46,1 \text{ kg.}$$

6) Monoammoniyfosfat (154kg) P_2O_5 uchun sarflangan NH_3 :

$$\frac{2 \cdot 17 \cdot 154}{142} = 36,9 \text{ kg}$$

7) Qolgan ammiak: $46,1 - 36,9 = 9,2 \text{ kg.}$

8) Shundan diammoniyfosfatga o'tgan ammiak miqdori:

$$\frac{9,2 \cdot 132}{2 \cdot 17} = 35,7_{\text{кг}}$$

9) Monoammoniyfosfatga ushbu miqdorni o'tishi:

$$\frac{35,7 \cdot 115}{132} = 31,1_{\text{кг}}$$

10) 154kg P₂O₅ dan NH₄H₂PO₄ ni hosil bo'lishi:

$$\frac{115 \cdot 36,9}{17} = 249,6 \text{ kg}$$

11) Diammoniyfosfat hosil bo'lganidan so'ng qolgan monoammoniyfosfat:

$$249,6 - 31,1 = 218,5 \text{ kg.}$$

12) Barcha quruq tuzlar (kristallizasiya suvi bilan) miqdori:

$$156,6 + 6,1 + 31,1 + 33,6 + 29,0 + 61,9 + 218,5 + 35,7 = 572,5 \text{ kg.}$$

13) Kristallizasiya suvi: 48,6 + 1,3 = 49,9kg.

14) Barcha quruq tuzlar miqdori (kristallizasiya suvisiz):

$$572,5 - 49,9 = 522,6 \text{ kg}$$

15) Sistemaga tushayotgan moddalar (EFK, ammiak va suv):

$$1000 + 67,5 + 0,7 = 1068,2 \text{ kg.}$$

16) Jarayonda har 1000kg kislotadan 78 kg suv bug'lanadi. Unda a kg uchun

$$\frac{a \cdot 78}{1000} \text{ kg suv bug'lanadi}$$

17) Qolgan pulpa miqdori: 1068,2 - 78 = 990,2kg.

18) Pulpadaga erkin suv: 990,2 - 572,5 = 417,7kg.

19) Pulpadagi barcha suv: 417,7 + 49,9 = 467,6kg.

20) Pulpadagi umumiy namlikning % miqdori: $\frac{467,6 \cdot 100}{990,2} = 47,2\%$

Ammofos ishlab chiqarish saturatorining moddiy balansi

Kirim	kg	%	Chiqim	kg	%
EFK tarkibidagi			Pulpani tuz tarkibi	572,5	53,6
25% P ₂ O ₅	345	32,30	MgHPO ₄ · 3H ₂ O	156,6	
EFK tarkibidagi suv	655	61,32	CaHPO ₄ · 2H ₂ O	6,1	
NH ₃	67,5	6,32	AlPO ₄	31,1	
NH ₃ +H ₂ O	0,7	0,6	FePO ₄	33,6	
			(NH ₄)SiF ₆	29,0	
			(NH ₄) ₂ SO ₄	61,9	
			(NH ₄) ₂ HPO ₄	35,7	
			NH ₄ H ₂ PO ₄	218,5	
			Pulpadagi erkin suv	417,7	39,1
			Suv bugʻi	78,0	7,3
Umumiy	1068,2	100%	Umumiy	1068,2	100%

3-Amaliy mashgʻulot uchun berilgan topshiriqlar

Vari- ant	a, kg	b, %	v, %	g,%	d, %	e,%	j,%	i,%
1	2150	25,4	3,65	2,37	0,3	1,1	1,75	1,76
2	3860	26,6	3,55	2,43	0,4	1,2	1,34	1,53
3	1870	24,8	3,28	3,45	0,5	1,3	0,85	1,08
4	1980	23,6	3,46	3,06	0,6	1,4	0,75	1,57
5	2840	24,3	3,27	3,81	0,7	1,5	1,8	1,37
6	3270	23,8	2,89	3,18	0,8	1,6	1,9	1,26
7	2620	22,4	2,76	3,87	0,9	1,7	2,01	1,16

8	4170	21,5	2,53	3,62	1,1	0,9	1,5	1,83
9	3460	20,7	2,43	3,72	1,2	1,53	1,45	1,28
10	2390	19,6	2,18	2,86	1,3	1,45	1,6	1,91
11	4210	21,4	3,17	2,76	1,4	1,15	1,25	1,46
12	3520	22,7	3,08	2,73	1,5	2,01	1,2	1,73
13	2760	19,4	2,87	2,91	1,6	1,9	1,15	1,24
14	2450	19,5	2,57	2,86	1,7	1,8	1,53	1,33
15	1780	21,7	1,94	3,04	1,8	0,75	1,4	1,23
16	3640	22,5	2,37	3,13	1,9	0,85	0,9	1,82
17	4610	23,5	2,64	3,57	2,1	1,34	1,1	1,19
18	3540	20,5	2,45	3,28	1,7	1,75	1,3	1,34
19	4870	23,7	3,46	2,87	0,6	1,28	1,23	1,84
20	5160	28,3	4,08	3,28	0,8	1,47	1,46	1,53
21		24,3	3,27	3,81	0,7	1,5	1,8	1,37
22		23,8	2,89	3,18	0,8	1,6	1,9	1,26
23		22,4	2,76	3,87	0,9	1,7	2,01	1,16
24		21,5	2,53	3,62	1,1	0,9	1,5	1,83
25		20,7	2,43	3,72	1,2	1,53	1,45	1,28
26		19,6	2,18	2,86	1,3	1,45	1,6	1,91
27		21,4	3,17	2,76	1,4	1,15	1,25	1,46
28		22,7	3,08	2,73	1,5	2,01	1,2	1,73
29		19,4	2,87	2,91	1,6	1,9	1,15	1,24
30		26,6	3,55	2,43	0,4	1,2	1,34	1,53

4-AAMALIY MASHG'ULOT

QURITISH MINORASINING MATERIAL KIRIM*CHIQIMINI TUZISH

**Texnologik jarayonlarning material va energetik
kirim-chiqimi (balansi) ni tuzish.**

Amaliy mashg'ulotning maqsadi: Talabalarga texnologik jarayonning material kirim-chiqimini tuzishni o'rgatish va mustaqil topshiriqlar berish.

Texnologik jarayonlarining material kirim-chiqimini tuzishda ishlatiladigan (jarayonga kiritiladigan yoki beriladigan) moddalar miqdori, olinadigan mahsulot, chiqindi, tashlandiq, shuningdek oraliq moddalar miqdorlari e'tiborga olinadi. Hisoblash natijalari grafiklarda, tenglamalarda, jadvallarda yoki diagrammalarda ko'rsatiladi. Ishlab chiqarishga beriladigan (kiritiladigan) modda miqdori olinadigan modda (mahsulot, chiqindi va tashlandiq) miqdoriga teng bo'lishi lozim. Bu ishlab chiqarishning aloxida bosqichlarini va oraliq jarayonlarni e'tiborga olgan holdagi stexiometrik tenglamalar asosida hisoblanadi.

Material va energetik kirim-chiqim ishlab chiqarishning eng maqbul sxemasini tuzishga, mahsulot unumi, xom ashyo va energiya sarfini aniqlashga, kerakli o'lchamdagi jihozlar tanlashga, uning iqtisodiy ko'rsatkichlari, tegishli jarayonlarning zamonaviy darajasini aniqlashga imkoniyat yaratadi. Material kirim-chiqimni tuzishda ishlatiladigan xom ashyolar, mahsulotlar, yarim mahsulotlar, chiqindi va tashlandiq moddalar tarkibini, ba'zan ularning fizik-kimyoviy xossalarini tashqi sharoitga bog'liqligini bilish kerak.

Agar hisoblashdan so'ng, jarayonga kiritiluvchi moddalar miqdori mahsulot, oralik moddalar, chiqindi va tashlandiq moddalar miqdoriga teng bulmasa, ular orasidagi farq aniqlanadi. Bu farq kamomad deyiladi. Uning miqdori xam jadvalda ko'rsatiladi. Bunda kamomadni minimal qiymatga erishishini ta'minlash darkor. Chunki kamomad uncha ahamiyati katta bo'lmagan ayrim texnologik parametrlarni hisobga olmagan holda va yaxlitlangan qiymatlar ishlatilishidan kelib chiqadi. Material kirim-chiqim 100 kg (yoki t) yoki 1000 kg (yoki t) xom ashyo yoki mahsulot miqdoriga muvofiq ma'lum shaklda rasmiylashtiriladi (1-jadval).

Odatda energetik kirim-chiqim material kirim-chiqim natijalari asosida hisoblanadi. U ma'lum miqdordagi xom ashyo yoki mahsulotlari asosida xam hisoblanadi va issiqlik birliklari (joule, kilojoullar)da, ba'zan elektrik birliklar (kilovatt-soat)da ifodalanadi.

Material kirim chiqimi

Berilgan	Massa		Olingan	Massa	
	kg	%		Kg	%
1. Jarayonga, apparatga yoki boskichning bir qismiga kiritilgan modda:			1. Ishlab chiqarish mahsuloti. 2. Ta'sirlashmagan (reaksiyaga kirishmagan) modda. 3. Reaksiyaning oralik mahsulotlari. 4. Yuqotilgan massa. 5. Kamomad		
Jami			Jami		

Issiqlik yoki energetik kirim-chiqim:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_5 + Q_6$$

tenglama orqali ifodalanadi. Bu yerda: Q_1 -jarayonga boshlang'ich moddalar orqali kiritilgan issiqlik, uni fizik issiqlik deb ataladi; Q_2 - ekzotermik reaksiyalar issiqligi; Q_3 -moddalarning fizik o'zgarishlari issiqligi (agar bu o'zgarishlar endotermik bo'lsa, Q_3 kattalik manfiy ishorada olinadi); Q_4 -tashqaridan beriladigan issiqlik, masalan, kaynok suv bug'i, qizdirilgan gazlar va x.k.; Q_5 -reaksiya mahsulotlari bilan birgalikda yo'qotiladigan issiqlik; Q_6 - atrof-muhitga uzatilishi tufayli yuqotiladigan issiqlik

Q_1 quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$Q_1 = c m t$$

bunda: s- boshlangich moddalarning o‘zgarish haroratda texnologik jarayonga kiritishdagi urtacha issiqlik sig‘imi; m- boshlangich moddalar massa miqdori (kg, m³, mol va b.); t-boshlangich moddalar harorati.

Gess qonunidan foydalanilgan holda termokimyoviy hisoblashlar asosida Q_2 hisoblanadi (nazariy yoki tajriba natijalaridan foydalaniladi). Fizik o‘zgarishlar, bug‘lanish, qaynash va shunga o‘xshash issiqliklar bo‘yicha spravochnik ma’lumotlari asosida Q_3 hisoblanadi. Xuddi shuningdek Q_4 gazsimon, suyuq va qattiq issiqlik yutuvchi metallarning tarkibidagi issiqlik bo‘yicha hisoblanadi; Q_5 ni esa Q_1 va Q_4 hisobi bo‘yicha; Q_6 -yuqotilgan issiqlik bo‘lishi mumkin bo‘lgan jarayonlardagi yuqotilgan issiqliklar tajriba yoki hisoblashlar orqali aniqlanadi. Issiqlik kirim-chiqimi xam ma’lum shaklda rasmiylashtiriladi (8-jadval)

8-jadval

Jarayonning issiqlik kirim-chiqimi

Berildi			Olindi		
Kirim bulimlari	kj	%	Chiqim bulimlari	kj	%
1. Fizik issiqlik			1.Reaksiya mahsulot-lari		
2.Ekzotermik reaksiyalar			orqali yuqotil-gan issiqlik.		
issikligi			2. Tashki atrof-muhitga		
3. Moddalarning fizik			yuqotiladigan issiqlik		
o‘zgarishlari issikligi			3. Kamomad		
4.Tashkaridan beriladigan					
issiqlik					

Issiqlik kirim-chiqim orqali energiyaning foydali koeffitsiyenti aniqlanadi. Bu massa yoki hajmiy birliklarda olingan mahsulotga sarflangan nazariy energiya miqdori W_H ning, tajribada sarflangan energiya miqdori W_T ga nisbati orqali topiladi:

$$K_{\text{э}} = \frac{W_H}{W_T} = 100(\%)$$

Agar issiqlik energiyasi haqida soʻz ketsa, bunda koʻrsatilgan yuqoridagi nisbat issiqlikning foydali taʼsir koeffitsiyenti (FTK) deyiladi.

1-masala. Quritish minorasining material kirim-chiqimini tuzish.

Ishning maqsadi. Talabalarga texnologik jarayonning material kirim-chiqimini tuzishni oʻrgatish va mustaqil topshiriqlar berish.

Topshiriq. Oltingugurtni yondirish uchun forsunkali pechga keluvchi $V \text{ m}^3$ havoni quritish minorasining material kirim-chiqimini hisoblang. Havo harorati 20°C . Quritish uchun $S\%$ li H_2SO_4 olinadi (1- rasm).

20°C haroratda havodagi tuyingan suv bugining miqdori $17,3 \text{ g/m}^3$. suv bugi bilan havoning tuyinish darajasi $0,54$ ga teng.

Quritish minorasining material kirim-chiqimini tuzish:

Berilgan:

$$V \cdot 10^{-3} = 25,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{yoki } V = 25000 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S_1 = 98\%$$

$$S_2 = 96\%$$

1. havo bilan kiruvchi suv

bugʻining miqdorini hisoblaymiz:

$$0,017 \cdot 0,54 \cdot 25300 = 238 \text{ kg/s yoki}$$

$$238 \cdot 22,4 / 18 = 296 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Quritish kamerasiga kiruvchi nam havoning miqdorini hisoblaymiz (havoning urtacha molekulyar massasi 29 ga teng) $25300 + 296 = 25596 \text{ m}^3/\text{s}$ yoki $25300 \cdot 29 / 22,4 + 238 = 32992 \text{ kg/s}$ ga teng.

2. Quritish minorasiga kiritiluvchi 98% li H_2SO_4 miqdori (X) ni va minoradan chikuvchi 96% li H_2SO_4 miqdori ($X+238$) ni hisoblaymiz:

$$0,98X = 0,96(X+238)$$

$$X=11424\text{kg/s } 98\%\text{li H}_2\text{SO}_4$$

$$X+238=11662 \text{ kg/s } 96\% \text{ H}_2\text{SO}_4$$

3.Quritish minorasidan chikuvchi quruq havoning ogirligini hisoblaymiz:

$$25300.29/22,4=32754 \text{ kg/s}$$

Quritish minorasining material kirim chiqimi jadvalda ko'rsatiladi

9-jadval

Materiallarning kirim-chiqimi

Kirim	M ³	Kg	Chiqim	M ³	kg
1.nam havo	2559	32992	1. quruq havo	2530	32754
2.98%li H ₂ SO ₄	6	11424	2. 96% li H ₂ SO ₄	0	11662
jami		44416	jami		44416

5-AMALIY MASHG'ULOT

QAYTMAS KIMYO-TEXNOLOGIK JARAYONLARNI MODDIY KIRIM CHIQIMI XISOBINI TUZISH.

Amaliy mashg'ulotning maqsadi: Qaytmas kimyo-texnologik jarayonlarni moddiy kirim chiqimi xisobini tuzishni o'rgatish

Stexiometrik tenglamalar, reagentlarni qanday nisbatlarda o'zaro ta'sirlashishini ko'rsatadi va quyidagi ko'rinishga ega:

$$\gamma_A A + \gamma_V V + \dots = \gamma_S S + \gamma_D D + \dots \quad (1)$$

Reagentlar orasidagi stexiometrik miqdoriy bog'liqlik orqali reaksiya aralashmani tarkibini aniqlash mumkin. Kimyoviy reaktorlarni hisoblash va moddiy balanslarni tuzishda stexiometrik qonuniyatlar kerak bo'ladi.

Agar, o'zgarish bitta stexiometrik tenglama orqali ifodalansa, bu reaksiya o'zgarish sxemasi bo'yicha oddiy reaksiya deyiladi. Agar o'zgarish bir necha stexiometrik tenglamalar orqali ifodalansa, u holda bu reaksiya murakkab reaksiya deyiladi.

Murakkab reaksiya, bir necha alohida reaksiyalardan tarkib topgan bo'lib, quyidagi stexiometrik tenglamalar ko'rinishiga ega bo'ladi:

$$\gamma_{AJ}A + \gamma_{VJ}V + \dots = \gamma_{SJ}S + \gamma_{DJ}D + \dots \quad j = 1, \dots, M, (1a)$$

Bu erda;

j-indeks j-nchi qismdagi reaksiyaga tegishli;

M – reaksiyalarning soni.

(1a) tenglamadan j-nchi moddaning stexiometrik koeffisienti 0 ga teng bo‘lishi mumkin, qachonki bu modda berilgan reaksiyada qatnashmasa.

Moddiy balans hisoblarini yoritishda, faqat mustaqil stexiometrik tenglamalardan foydalanish kerak.

Jarayonlarni aniq va to‘liq ifodalovchi stexiometrik tenglamalarning bazis sistemasini, bir necha mustaqil stexiometrik tenglamalardan iborat bo‘lishi kerak:

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari uchun $U=V-E$, (2)

Almashinish reaksiyalari uchun $U=V-E+1$, (2a)

Bu erda;

U-bazis sistemadagi tenglamalar soni;

V-reagentlarning soni;

E- reagentlar tarkibidagi kimyoviy elementlarning soni.

Moddiy balans tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lishi mumkin:

$$\sum N_I = \sum N_J + N_{YIQ} \quad (3)$$

Bu erda; $\sum N_I$ – dastlabki moddalarning yig‘indisi;

$\sum N_J$ – maxsulotlarning yig‘indisi;

N_{YIQ} – i/ch-dagi yo‘qolgan miqdor;

I – dastlabki moddalarning indeksi;

J – mahsulotlarning indeksi.

Massaning saqlanish qonuniga binoan, stexiometrik tenglamalarning bazis sistemasini tenglamalari bo‘yicha moddiy balans tuziladi. Barcha olingan ma’lumotlar jadval ko‘rinishida yoziladi (moddiy balans tuzish masalasiga qarab, kattaliklarning o‘lchamlari aniqlanadi).

10-jadval

Moddiy balans jadvali quyidagicha:

Kirish				Chiqish			
Modda	Miqdor			Modda	Miqdor		
	kg	m ³	%		kg	m ³	%
N ₁				N ₄			
N ₂				N ₅			
N ₃				N ₆			
Jami:				Jami:			

Eslatma: N₁,N₂,N₃-dastlabki moddalar, N₄, N₅, N₆-asosiy, qo‘shimcha va chiqindi moddalar.

Stexiometrik tenglamalar orqali nazariy moddiy balans hisoblanadi. Amaliy moddiy balans hisoblashda dastlabki moddaning tarkibi, o‘zgarish darajasi, xom-ashyo va tayyor mahsulotning yo‘qolishi hisobga olinadi. Moddiy balans asosida issiqlik balansi hisoblanadi.

1-Misol. 60 t/kun ishlab-chiqarish unumdorligiga ega bo‘lgan oltingugurtni yoqish o‘chog‘ini moddiy balansi tuzilsin. Oltingugurtni oksidlanish darajasi 0,95. Havoning ortiqcha koeffisienti $\alpha=1,5$. Hisoblashni kg/soatda olib borilsin. (3-jadval).

Yechilishi: Jarayonning tenglamasi $S+O_2=SO_2$. Pechning unumdorligi $(60 \cdot 10^3)/24=2500\text{kg}$. S-ning og‘irligi: oksidlangani $2500 \cdot 0,95=2375\text{ kg}$. oksidlanmagani $2500-2375=125\text{ kg}$. Sarflangan O_2 ning hajmi: $(2375 \cdot 22,4)/32=1663\text{ m}^3$ uni hisobga olganda $1663 \cdot 1,5=2495\text{ m}^3$, yoki 3560 kg. Kislorod bilan N_2 kirib kelgan: $(2495 \cdot 79)/21=9350\text{ m}^3$ yoki 11700 kg.

Reaksiya bo‘yicha SO_2 ning miqdori: $(2375 \cdot 64)/32=4750\text{ kg}$ yoki 1663 m^3 . Sarflanmagan O_2 ning hajmi $(1663 \cdot 0,5)=831\text{m}^3$ yoki 1187 kg. Natijalar 3-chi jadvalda keltirilgan .

11- jadval

Oltingugurtni yoqish o‘chog‘ining moddiy balansi.

Kirishi	Chiqishi
---------	----------

Modda	Miqdori		Modda	Miqdori	
	kg	m ³		kg	m ³
S	2500	-	S	125	-
O ₂	3560	2495	SO ₂	4750	1663
N ₂	11700	9350	O ₂	1187	831
			N ₂	11700	9350
Jami	17660	11875	Jami	17760	11875

Masalalar.

1. Kontakt apparatining moddiy balansi tuzilsin. SO₃ bo'yicha unumdorligi 10000 m³/soat bo'lsa, boshlang'ich gazning tarkibi: SO₂-8,5%; O₂ -12,5%; N₂- 79%. SO₂ ni SO₃ ga oksidlanish darajasi – 98%. Unumdorlik hisobini kg/soatda olib borilsin. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$.
2. NaCl ni suvli eritmasini elektroliz qilish yo'li bilan Cl₂ olish jarayonining moddiy balansi tuzilsin. $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2$. NaCl ni eritmadagi konsentratsiyasi 310 g/l. Eritmaning elektroliz sharoitidagi zichligi 1,17 g/l. Tuzning parchalanish darajasi 50%. Moddiy balans 1000 m³ xlor uchun hisoblansin.
3. 20 t/soat ammoniy nitrat ishlab chiqarish unumdorligi bilan ishlayotgan neytralizatorning moddiy balansi hisoblansin. Sanoatda 47% li nitrat kislota va 100% li ammiak (gaz holida) ishlatiladi. Ammiak va nitrat kislotaning yo'qolish darajasi 1%. Neytralizatordan ammiakli selitra 60% li eritma holida chiqadi. Ekzotermik reaksiya hisobiga bug'langan namlik aniqlansin.

4. Unumdorligi 3 t nitrobenzol bo'lgan nitratorning moddiy balansi tuzilsin. Nitrobenzolning unumi 98%. Nitrolovchi aralashmaning tarkibi (mas.%): HNO_3 -20; H_2SO_4 -60; H_2O -20. 1 kg benzolga sarflanuvchi nitrolovchi aralashmaning miqdori 4 kg. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 = \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
5. Massa jihatdan 96,5% C va 3,5% H_2O bo'lgan koksni suv bug'i bilan gazifikasiya qilinganda, suv gazi tarkibida hajm jihatdan 6% CO_2 bo'ladi. Hosil bo'lgan gaz tarkibini aniqlang va 1 tonna koksni gazifikasiya qilishni moddiy balansi tuzilsin. Gazifikasiya quyidagi reaksiya bo'yicha boradi: $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$ (asosiy reaksiya), $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (qo'shimcha reaksiya).

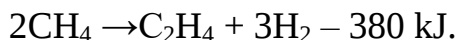
6-AMALIY MASHG'ULOT

QAYTAR KIMEVIY TEXNOLOGIK JARAYONLAR MODDIY KIRIM-CHIQIM XISOBINI TUZISH.

Amaliy mashg'ulotning maqsadi: Qaytar kimeviy texnologik jarayonlar moddiy kirim-chiqim xisobini tuzishni o'rgatish

1-Masala $a = 98\%$ $(x)\text{CH}_4$ va $b = 2\%$ $(x)\text{H}_2$ dan iborat tabiiy gaz elektrokreking apparatidan chiqayotganda uning tarkibida $v = 15\%$ $(x)\text{C}_2\text{H}_2$ bordir. Qo'shimcha reaksiyalarni e'tiborga olmagan holda $g = 1000\text{m}^3$ yuqorida keltirilgan tarkibidagi tabiiy gaz elektrokreking jarayoni moddiy kirim-chiqim xisobi tuzilsin.

Yechilishi: Gaz holatdagi uglevodorodlardan, asosan metandan asetilen olish 1600°C xaroratda quyidagi reaksiya buyicha amalga oshiriladi:



Jarayon elektronli o'choqlarda, tabiiy gazni chiziqligi 1000 m/sek bo'lganda ketadi.

Dastlabki, ya'ni reaksiyadan avval, $g = 1000 \text{ m}^3$ tabiiy gazda $d = 980\text{m}^3 \text{CH}_4$, va $e = 20\text{m}^3 \text{H}_2$ bordir.

Reaksiya hajm o'zgarishi, ya'ni oshishi ketayapti; ya'ni 2 xajm xomashyodan 4 hajm reaksiya mahsuloti ($\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$) hosil bo'ladi. Reaksiya to'liq ketganda, mahsulot aralashma ($\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$)ni, $\frac{1}{4}$ qismini, ya'ni 25% (x) ni asetilen C_2H_2 tashkil qilishi kerak. Ammo, masala shartiga ko'ra, maxsuliy gaz aralashmasidan asetilen

15% (x) ni tashkil etadi; bu degan soʻz – metanni parchalanish reaksiyasi toʻliq ketmas ekan.

Masalani echish uchun, metanni reaksiyaga kirishgan qismini $X \text{ m}^3$ bilan belgilaymiz. U vaqtda oʻchoqdan chiqayotgan gaz aralashmasi tarkibini quyidagicha belgilash mumkin:

Reaksiyagacha:	Reaksiyadan soʻng:
$X_{\text{CH}_4}^0 = d = 980 \text{ m}^3$	$V_{\text{CH}_4} = 980 - X \text{ m}^3 = d - x$
$X_{\text{C}_2\text{H}_2}^0 = 0$	$V_{\text{C}_2\text{H}_2} = x / 2 \text{ m}^3$
$X_{\text{H}_2}^0 = 0$	$V_{\text{H}_2} = 3x / 2 \text{ m}^3$
$X_{\text{N}_2}^0 = e = 20 \text{ m}^3$	$V_{\text{N}_2} = 20 \text{ m}^3 = e$
$X^0 = g = 1000 \text{ m}^3$	xajmi $V = (1000 + x) \text{ m}^3 = (d + e + x) \text{ m}^3$

Masalani shartiga koʻra, oʻchoqdan chiqayotgan gaz tarkibida 15% (x) atsetilen bordir. U vaqtda $(X / 2) \cdot 100\% / (d + e + x) = v\%$

Bu tenglamadan. $(X/2) \cdot 100\% / (1000 + x) = 15\%$ yoki $50x = 15000 + 15x$; $35x = 15000$; $x = 430 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ reaksiyaga kirishgan ekan. Endi reaksiyadan keyin hosil boʻlgan gaz aralashmasi hajmini topamiz.

$$\text{CH}_4 = d - x = 980 - x = 980 - 430 = 550 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{C}_2\text{H}_2} = x / 2 = 430 / 2 = 215 \text{ m}^3;$$

$$V_{\text{H}_2} = 3 / 2 \cdot x = 1,5 \cdot 430 = 645 \text{ m}^3;$$

$$V_{\text{N}_2} = e = 20 \text{ m}^3$$

$$\text{Jami: } V = 1430 \text{ m}^3$$

Bu komponentlar hajmiy % tarkibini aniqlaymiz:

$$1430 \text{ m}^3 \text{ aralashma} \rightarrow 100\%(x)$$

$$215 \text{ m}^3 \text{ C}_2\text{H}_2 \rightarrow D \% = 215 \cdot 100\% / 1430 = 15,0\%(x)$$

$$1430 \text{ m}^3 \text{ aralashma} \rightarrow 100\%(x)$$

$$550 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 \rightarrow K \% = 550 \cdot 100\% / 1430 = 38,5\%(x)$$

$$1430 \text{ m}^3 \text{ aralashma} \rightarrow 100\%(x)$$

$$645 \text{ m}^3 \text{ H}_2 \rightarrow L = 645 \cdot 100\% / 1430 = 45,0\%(x)$$

$$1430 \text{ m}^3 \text{ aralashma} \rightarrow 100\%(x)$$

$$20 \text{ m}^3 \text{ N}_2 \rightarrow \text{N} = 20 \cdot 100\% / 1430 = 1,5\%(x) \text{ N}_2$$

Reaksiyaga kirishuvchi va xosil bo'luvchi moddalar og'irliklarini aniqlaymiz.

$$m_{\text{CH}_4} = 980 \text{ m}^3 \cdot 16 \text{ kg} / 22,4 \text{ m}^3 = 695 \text{ kg CH}_4$$

$$m_{\text{N}_2} = 20 \text{ m}^3 \cdot 28 \text{ kg} / 22,4 \text{ m}^3 = 25 \text{ kg N}_2$$

$$\text{jami} = 695 + 25 = 720 \text{ kg}$$

$$m'_{\text{CH}_4} = 550 \cdot 16 / 22,4 = 388 \text{ kg}$$

$$m'_{\text{H}_2} = 645 \cdot 2 / 22,4 = 58 \text{ kg H}_2$$

$$m'_{\text{N}_2} = 20 \cdot 28 / 22,4 = 25 \text{ kg N}_2$$

$$m'_{\text{C}_2\text{H}_2} = 215 \cdot 26 / 22,4 = 248 \text{ kg C}_2\text{H}_2$$

$$\text{jami} = 388 + 248 + 58 + 25 = 719 \text{ kg}$$

Olingan natijalarni jadvalga o'tkazamiz.

12-jadval

T. №	Kirim	M ³	kg	% (x)	T. №	CHiqim	M ³	kg	% (x)	% (m)
1.	Metan CH ₄	980	695	98	1.	Asetilen C ₂ H ₂	215	248	15,0	34,51
2.	Azot N ₂	20	25	2	2.	Metan CH ₄	550	388	38,5	53,96
					3.	Vodorod H ₂	645	58	45,0	8,06
					4.	Azot N ₂	20	25	1,5	3,47
	jami	1000	720	100		jami	1430	719	100,0	100,00

$$R'_{\text{C}_2\text{H}_2} = 248 \text{ kg} \cdot 100\% / 719 \text{ kg} = 34,5\%(m)$$

$$R'_{\text{CH}_4} = 388 / 719 \cdot 100\% = 53,96\% (m)$$

$$R'_{\text{H}_2} = 58 / 719 \cdot 100\% = 8,06\%(m)$$

$$R'_{\text{N}_2} = 25 \cdot 100 / 719 = 3,47\%(m)$$

13-jadval

Nº	Talaba familiyasi, otasining ismi	a%	b%	v%	g%	d%	e%
1.		98,5	1,5	11	1100	1078	22

2.		97,7	2,3	12	1200	1176	24
3.		97,5	2,5	13	1300	1274	26
4.		98,4	1,6	14	1400	1372	28
5.		98,3	1,7	15	1500	1470	30
6.		98,2	1,8	16	1600	1568	32
7.		98,1	1,9	17	1700	1666	34
8.		97,9	2,1	18	1800	1764	36
9.		97,8	2,2	19	1900	1862	38
10		97,6	2,4	20	900	882	18
11		98,7	1,3	11	800	784	16
12		98,8	1,2	12	700	686	14
13		98,9	1,1	13	600	588	12
14		99	1	14	500	490	10
15		97,4	2,6	15	1100	1078	22
16		97,3	2,7	16	1200	1176	24
17		97,2	2,8	17	1300	1274	26
18		97,1	2,9	18	1400	1372	28
19		97	3	19	1500	1470	30
20		98,5	1,5	20	1600	1568	32
21		97,7	2,3	17	1700	1666	34
22		97,5	2,5	17	1800	1764	36
23		98,4	1,6	17	1900	1862	38
24		98,3	1,7	17	900	882	18
25		98,2	1,8	18	800	784	16
26		98,1	1,9	18	700	686	14
27		97,9	2,1	18	600	588	12
28		97,8	2,2	18	500	490	10
29		97,6	2,4	19	1400	1372	28
30		98,7	1,3	19	1500	1470	30
31		98,8	1,2	19	1800	1764	32
32		98,9	1,1	19	1700	1666	34

7-AMALIY MASHG'ULOT

ISSIQLIK BALANSINI TUZISH VA KIMYO TEXNOLOGIK JARAYONLAR ISSIQLIK HISOBI.

Amaliy mashg'ulotning maqsadi: Issiqlik balansini tuzish va kimyo texnologik jarayonlar issiqlik hisobini tuzishni o'rgatish

Kimyo-texnologik jarayonlarni issiqlik kirim-chiqim hisoblari
Odatda kimyo-texnologik jarayonlar uchun energiyani saqlash qonuni asosida issiqlik balans tuziladi: uning umumiy tenglamasi:

$$Q_{\text{kirim}} = Q_{\text{chiqim}}$$

Issiqlik balansi doimiy to'xtovsiz harakatdan apparatdan (jarayonlar) uchun odatda ma'lum bir vaqt birligida (kol./soat, kal./kun, kkal./soat, kkal./kun yoki dj/soat, kdj/kun,), davriy (to'xtab-to'xtab harakatlanuvchi) jarayonlar uchun shu sikl vaqti uchun tuziladi.

$$Q_q + Q_c + Q_g + Q_{f.u.} + Q_p + Q_{t.k.i.} = Q'_k + Q'_c + Q'_e + Q'_{\phi.y.} + Q'_p + Q'_{m.v.u.}$$

Bu erda: Q_q , Q_c , Q_g – apparatga qattiq, suyuq, gaz moddalar bilan kiritiladigan issiqlik; Q'_q , Q'_c , Q'_g - qattiq, suyuq, gaz holdagi maxsulot, reaksiya yarim maxsulotlari, reaksiyaga kirishaolmay qolgan dastlabki moddalar issiqligi; $Q_{f.u.}$ va $Q_{f.o.}'$ - issiqlik chiqarish yoki yutilishi bilan fizik o'zgarishlar issiqligi. Q_p va Q_p' - endo, ekzotermik reaksiyalar issiqligi; $Q_{t.k.i.}$ va $Q_{t.k.i.}'$ - apparatga tashqaridan kiritiladigan va tashqariga chiqariladigan issiqlik miqdori.

Q_q , Q_c , Q_g ; Q'_k , $Q'_c + Q'_e$ larni quyidagicha xisoblash mumkin:

$$Q = Gct = \text{kg/soat}; \text{ kkal/kg} \cdot \text{grad.}; \text{ kkal/soat.}$$

Gazlar issiqlik sig'imini T^0K uchun:

$$C = C_0 + a_1T + a_2T^2;$$

C_0 , a_1, a_2 - kitoblardan olinadi.

Aralashma issiqlik sig'imi:

$$S_{ar} = \frac{G_1c_1 + G_2c_2 + G_3c_3 + \dots}{G_1 + G_2 + G_3 + \dots}$$

$$Q_{f.u.} = G_1r_1 + G_2r_2 + G_3r_3 + \dots$$

r_1, r_2, r_3 - fazaviy o'zgarish issiqliklari (kondensasiya, kristallanish, erish,)

Gess qonuniga muvofiq reaksiya issiqlik effekti q_p° (standart sharoit $T=298^\circ\text{C}$ ($+25^\circ$); $R=1$ atm uchun) reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar yaratilish issiqliklari yig'indisidan, reaksiyaga kirishuvchi moddalar yaratilish issiqliklari tengdir:

$A + V == S + D + q_p$ izobar sharoitda:

$$q_p^\circ = (q_{\text{yarat.D}} + q_{\text{yarat.E}}) - (q_{\text{yarat.A}} + q_{\text{yarat.V}})$$

$$q_{\text{yarat.}}^\circ = -\Delta H^\circ$$

Nernst tenglamasiga muvofiq har xil T da q_p :

$$q_p = q_p^\circ + \Delta a_c T + 1/2 \Delta a_1 T^2 + 1/3 \Delta a_2 T^3$$

$$Q_{t.k.i.} = Gc\Delta t, \text{ yoki } Q_{t.k.i.} = K_{n.a.k.} F(t_{is} - t_{sovuk})b$$

Yoqilg'ilarni yoqish issiqligi. Mendeleev tenglamasiga muvofiq:

$$Q_{yo.yo.i.} = 339,3 \cdot C + 1256 \cdot H - 109(0 - S) - 25,2(9N + W)$$

C, H, O, S – uglerod, vodorod, kislorod, oltingugurt % miqdorlari.

W – namlik % miqdori.

Masala 1. $a = G_1 = 10$ t ohaktosh va koksdan iborat bo'lgan shixtani kuydirishda aniqlansin: 1) tarkibida $b = 91\%$ C bo'lgan koks sarfi; 2) o'choq gazi % tarkibida; 3) Kuydirish reaksiyasi issiqligi, agarda moddalarning xosil bo'lish issiqliklari quyidagicha bo'lsa:

$$Q_{\text{CaCO}_3} = 1206000 \text{ kDj/kmol}; Q_{\text{CaO}} = 635100 \text{ kDj/kmol};$$

$$Q_{\text{CO}_2} = 393510 \text{ kDj/kmol};$$

Ohaktoshni parchalanish darajasi $v = x = 95,0$ va $g = \alpha = 1,4$ marta ko'p bo'layotgan bo'lsa;

Yechim: 1) 1 kmol, ya'ni 100 kg ohaktoshni termik parchalanishi



Issiqligi:

$$Q_1 = Q_{\text{CaO}} + Q_{\text{CO}_2} - Q_{\text{CaCO}_3} = 635100 + 393510 - 1206000 = -177390 \text{ kDj/kmol.}$$

Parchalanish darajasi e'tiborga olinsa.

$$Q_2 = Q_1 \frac{x}{100} = (-177390) 0,95 = -168520 \text{ kJ/kmol}$$

Ya'ni shuncha issiqlik 100 kg yoki 1 kmol ohaktoshni kuydirish uchun kerak ekan, ya'ni reaksiya endotermik.

Toza uglerod yonish issiqligi $q_c = 32784 \text{ kDj/kg}$ bo'lsa $G_1 = 10$ t ohaktoshni kuydirish uchun kerak bo'lgan issiqlikni (agarda uglerod to'liq yonsa) hosil qiluvchi uglerod miqdori:

$$G_2 = \frac{Q_2 \cdot G_1}{q_c \cdot 100} = \frac{168520 \cdot 10000}{32784 \cdot 100} = 514 \text{ kg uglerod}$$

Agarda koksdagi uglerod miqdori $a = 91\%$ C bo'lsa, koks sarfi:

$$G_3 = \frac{G_2 \cdot 100}{a} = \frac{514 \cdot 100}{91} = 564 \text{ кг} \quad \text{koks.}$$

2. O'choq gazi % tarkibini aniqlash: ($\text{CO}_2 + \text{O}_{2(\text{ozod})} + \text{N}_2$)

CO_2 miqdori: a) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 - Q_1$

B) $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + Q_2$

10t ohak tosh parchalanganda chiqadigan CO_2 miqdori:

100 kg CaCO_3 — 22,4 m³ CO_2

10000 kg CaCO_3 — V_1

$$V_1 = \frac{x \cdot 22,4 \cdot G_1 \text{ кг}}{100\% \cdot 100 \text{ кг}} = \frac{95\% \cdot 22,4 \cdot 10000}{100\% \cdot 100 \text{ кг}} = 2128 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$$

B) 514 uglerod yonganda CO_2 :

$$V_2 = \frac{G_2 \cdot 22,4}{12 \text{ кг}} = 959,5 \text{ м}^3 \text{ CO}_2 \quad \text{xosil bo'ladi.}$$

Barcha CO_2 : $V_3 = V_1 + V_2 = 2128 + 959,5 = 3087,5 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$

Kislorod miqdori :

Koks yoqish uchun CO_2 miqdoriga teng O_2 miqdori:

$$V_4 = V_2 = 959,5 \text{ м}^3 \text{ O}_2$$

Agarda $\alpha = 1,4$ ligini e'tiborga olsak, O_2 miqdori:

$$V_5 = V_4 \cdot \alpha = 959,5 \cdot 1,4 = 1343,3 \text{ м}^3 \text{ O}_2$$

Reaksiyaga kirishmay qolgan ozod O_2 miqdori:

$$V_6 = V_5 - V_4 = 1343,3 - 959,5 = 383,8 \text{ м}^3 \text{ O}_2$$

Havo bilan kiradigan N_2 miqdori:

$$V_7 = \frac{V_5 \cdot 79\% \text{ N}_2}{21\% \text{ O}_2} = 5060,7 \text{ м}^3 \text{ N}_2$$

Shunday qilib, o'choq gazi tarkibi:

$$\text{CO}_2 = V_3 = 3087,5 \text{ м}^3 \quad \text{yoki} \quad R_{\text{CO}_2} = 36,2\% (\text{h})$$

$$\text{O}_2 = V_6 = 383,3 \text{ м}^3 \quad \text{yoki} \quad R_{\text{O}_2} = 4,5\% (\text{h})$$

$$\text{N}_2 = V_7 = 5060,7 \text{ м}^3 \quad \text{yoki} \quad R_{\text{N}_2} = 59,3\% (\text{h})$$

$$\text{Jami: } V = 8532 \text{ м}^3 \quad \text{yoki} \quad R = 100\%$$

14-jadval

7-amaliy mashg'ulot yuzasidan topshiriqlar

№	Talaba familiyasi, otasining ismi	a, t	b, %	v, %	g
1.		11	90	85	0,95
2.		12	90	86	0,9
3.		13	90	87	0,85
4.		14	90	88	1,0
5.		15	90	89	1,05
6.		16	92	90	1,1
7.		17	92	91	1,15
8.		18	92	92	1,2
9.		19	92	93	1,25
10		20	92	94	1,3
11		21	93	95	1,35
12		22	93	85	1,4
13		23	93	86	1,45
14		24	93	87	1,5
15		25	93	88	1,55
16		26	94	89	1,6
17		27	94	90	1,65
18		28	94	91	1,7
19		29	94	92	1,75
20		30	94	93	1,8
21		31	95	94	1,85
22		32	95	95	1,9
23		33	95	84	1,95
24		34	95	83	2,0
25		35	95	82	2,05
26		36	96	81	2,1
27		37	96	80	2,15
28		38	96	79	2,2
29		39	96	78	2,25
30		40	96	77	2,3
31		41	96	76	2,35
32		42	96	75	2,4

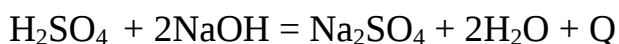
Masala №2. 50m^3 azotni $R=0,1\text{kn/m}^2$ (100n/m^2) bosimda 200°C haroratidan 400°C gacha qizdirish uchun qancha issiqlik kerak?

Yechilishi: Klayperon-Mendeleev tenglamasi asosida:
 $m = MPV_1/RT_1 = (28,0 \cdot 100 \cdot 50)/(8,31 \cdot 473) = 36,05\text{kgN}_2$. $n = m/M = 36,05/28 = 1,288\text{kmol}$
 N_2 . $Q = n \cdot c \cdot t = 1,288(29,6 \cdot 400 - 29,0 \cdot 200) = 7780\text{ kJ}$. 200°C dagi issiqlik sig‘imi $-29,0$
 $\text{kJ/kmol} \cdot \text{grad}$. 400°C dagi issiqlik sig‘imi $-29,6\text{ kJ/kmol} \cdot \text{grad}$. Issiqlik saqllovchi

qiymat bo'yicha: 200°C dagi issiqlik saqllovchi qiymati-5800kdj/kmol. 400°C dagi issiqlik saqllovchi qiymati-11820kdj/kmol. $Q=1,288(11820-5800)=7750$ kdj.

Masala №3. 2kg 20% sulfat kislotasi bilan 3kg 12% NaOH eritmasi aralashtirildi. Sulfat kislotaning va NaOH –ning harorati 20°C. Issiqlikni yo'qolishi 1,0%. Aralashmaning haroratini aniqlang

Yechilishi: 2kg 20% H_2SO_4 tarkibida: 400 g H_2SO_4 monogidrat bor. 3kg 12% NaOH tarkibida: 360 g NaOH bor.



Eritmaning massasi: 5 kg. Moddalarning hosil bo'lish issiqliklari:

$q_{H_2SO_4}=884$ kdj/mol. $q_{NaOH}=473$ kdj/mol. $q_{Na_2SO_4}=1374$ kdj/mol.

$q_{H_2O}=286$ kdj/mol. Gess qonuni asosida: $q=(1374+2 \cdot 286)-(884+2 \cdot 473)=116$ kdj/mol.

$H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$ reaksiya bo'yicha 326 g NaOH reaksiyaga kirishadi. 579 g Na_2SO_4 hosil bo'ladi. Na_2SO_4 ning issiqlik sig'imi-0,97, H_2O niki-4,2kdj/kg·grad. Eritmadagi Na_2SO_4 ning konsentratsiyasi 11,6% bo'ladi. Eritmaning issiqlik sig'imi: $S = (11,6 \cdot 0,97 + 88,4 \cdot 4,2)/100 = 3,82$ dj/g·grad. Eritmaning harorati(t_2): $Q=m \cdot c \cdot (t_2-t_1)$ dan hisoblab topiladi. 1 mol sulfat kislota reaksiyagi kirishganda 116 kdj, 400 g reaksiyaga kirishganda esa 473 kdj issiqlik ajralib chiqadi. 1% issiqlik yo'qolsa: $473-473 \cdot 0,01=468,3$ kdj.

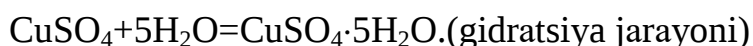
Eritmaning harorati: $t_2=Q/m \cdot c - t_1=468,3/5 \cdot 3,82 + 20 = 44,5^\circ C$.

Masala №4. $Fe_2O_{3(q)}+2Al_{(q)}=2Fe_{(q)}+Al_2O_{3(q)}$ reaksiyaning issiqligini aniqlang. $(\Delta H_{298}) Al_2 O_{3(q)}$ hosil bo'lish issiqligi $-1670 \cdot kDj/mol$

$Fe_2 O_{3(T)} = -821$ kdj/mol. Echimi: $25^\circ S=298K$ da $\Delta H = \sum \Delta N_{MAH.} - \sum \Delta N_{DAST. MODDA.}$. $\Delta H = -1670 - (-821) = -849$ kdj/mol.

Masala №5. 1kmol $CuSO_4$ eritish jarayonining issiqligini aniqlang. Ishlanishi: $\Delta H(CuSO_4) = -771$ kdj/mol. $\Delta H(N_2O) = -286$ kdj/mol.

$\Delta H(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = -2280$ kdj/mol. $\Delta H(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$ eritma = 11,7 kdj/mol.



Reaksiyaning umumiy yig'indisi: $CuSO_4 + 5H_2O + H_2O(ortiqcha) = CuSO_4 (suvli \text{ eritma})$

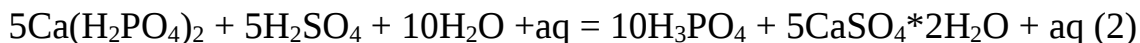
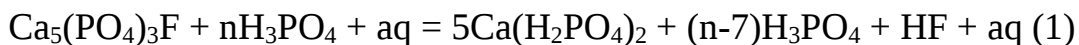
8-AMALIY MASHG'ULOT

EKSTRAKSION FOSFOR KISLOTASI OLIISH MODDIY BALANSI.

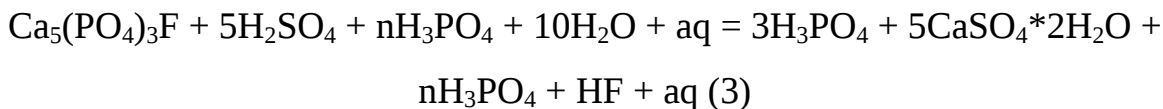
Amaliy mashg'ulot maqsadi: Ekstraksiyon fofdor kislota olishning moddiy balansini tuzishni o'rgatish

Fosforitni sulfat kislotali parchalash jarayonining moddiy balansi

Jarayon quyidagicha sodir bo'ladi:



Tenglamalar yig'indisi:



Agar fosforit tarkibida komponentlar miqdori, massa % hisobida:

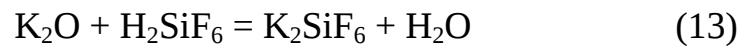
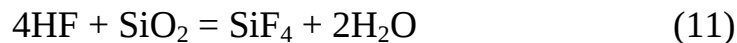
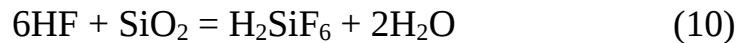
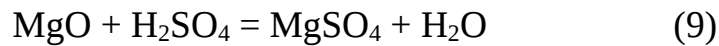
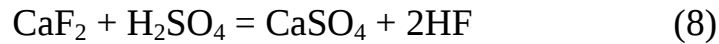
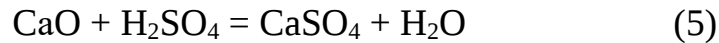
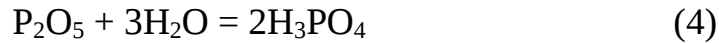
$b=\text{P}_2\text{O}_5 = 25,0$; $v=\text{CaO} = 33,3$; $g=\text{MgO} = 1,6$; $d=\text{CaF}_2 = 6,0$ ($F = 3,0$); $e=\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,8$; $j=\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,0$; $i=\text{K}_2\text{O} = 0,6$; $k=\text{Na}_2\text{O} = 0,8$; $l=\text{SiO}_{2(\text{er.})} = 2,0$; $m=\text{CO}_2 = 8,7$; $n=\text{erimaydigan qoldiq} = 19,2$; $\text{H}_2\text{O} = 1,0$ bo'lsa hamda ishlab chiqarishda parchalanish koeffisienti = 0,98; yuvilish koeffisienti = 0,98; P_2O_5 ni H_3PO_4 ga o'tishi $0,98 \times 0,98 = 0,96$; gaz fazaga ftorning o'tishi 20% ni; $S:Q = 3:1$ (suyuq va qattiq fazalar nisbati); qurilma quvvati $a=5000$ kg/soat; H_3PO_4 dagi $\text{P}_2\text{O}_5 = 21\%$; sulfat kislota (92% li) boshlang'ich fosforitga (undagi CaO va MgO hisobiga) nisbatan stexiometriya bo'yicha 100% ni tashkil etishini e'tiborga olgan holda balans tenglamasini tuzamiz.

Ekstraktorga beriladigan fosforit:

$$m_\phi = \frac{5000}{0,25 \cdot 0,96} = 20833 \text{ kg/soat}$$

Komponentlar: $\text{P}_2\text{O}_5 = 20833 \cdot 0,25 = 5208$ kg/s; $\text{CaO} = 6937$ kg/s; $\text{CaF}_2 = 1250$ kg/s; $\text{MgO} = 334$ kg/s; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 167$ kg/s; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 208$ kg/s; $\text{K}_2\text{O} = 125$ kg/s; $\text{Na}_2\text{O} = 167$ kg/s; $\text{SiO}_2 = 416$ kg/s; $\text{CO}_2 = 1813$ kg/s; erimaydigan qoldiq = 4000 kg/s; $\text{H}_2\text{O} = 208$ kg/s.

Bosqichlar bo'yicha balans tenglamalari:



(4) tenglama bo'yicha H_3PO_4 miqdori:

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4}^1 = \frac{5208 \cdot 0,98 \cdot 2,98}{142} = 7068 \text{ kg/s}$$

suv sarfi: $m_{\text{H}_2\text{O}}^1 = \frac{7068 \cdot 3 \cdot 18}{2,98} = 1950 \text{ kg/s}$

bunda: 142, 98 va 18 – P_2O_5 , H_3PO_4 va suvning molekulyar massalari; 0,98 – fosforitning parchalanish koeffisienti.

(5) tenglama bo'yicha H_2SO_4 sarfi:

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}^1 = \frac{6937 \cdot 0,98 \cdot 98}{56} = 11892 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan CaSO_4 miqdori:

$$m_{\text{CaSO}_4}^1 = \frac{11892 \cdot 136}{98} = 16500 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^2 = \frac{11892 \cdot 18}{98} = 2184 \text{ kg/s}$$

bulardagi 98; 56 va 136 – H_2SO_4 , CaO va CaSO_4 molekulyar massalari.

(8) tenglama bo'yicha H_2SO_4 sarfi:

$$m_{H_2SO_4}^2 = \frac{1250 \cdot 0,98 \cdot 98}{78} = 1538 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan $CaSO_4$ miqdori:

$$m_{CaSO_4}^2 = \frac{1538 \cdot 136}{98} = 2132 \text{ kg/s (CaSO}_4 \cdot 2H_2O \text{ hisoblansa 2696 kg/s).}$$

Hosil bo'lgan HF miqdori:

$$m_{HF} = \frac{1538 \cdot 2 \cdot 20}{98} = 628 \text{ kg/s}$$

bulardagi 98; 78; 136 va 20 – H_2SO_4 , CaF_2 , $CaSO_4$, HF larning molekulyar massalari.

(9) tenglama bo'yicha H_2SO_4 sarfi:

$$m_{H_2SO_4}^3 = \frac{334 \cdot 98}{40} = 818 \text{ kg/s. Bunda } m_{MgSO_4}^1 = 1002 \text{ kg/s hosil bo'ladi.}$$

Hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^3 = \frac{818 \cdot 18}{98} = 150 \text{ kg/s}$$

bulardagi 40; 98 va 18 – MgO , H_2SO_4 va H_2O larning molekulyar massalari.

(5), (8) va (9) tenglamalar bo'yicha talab qilinadigan sulfat kislotaning umumiy miqdori:

$$M_{H_2SO_4} = 11892 + 1538 + 818 = 14248 \text{ kg/s}$$

bunda $CaSO_4$ ning umumiy miqdori:

$$M_{CaSO_4} = \frac{(11892 + 1538) \cdot 136}{98} = 18632 \text{ kg/s}$$

$$M_{CaSO_4} = 18632 \text{ kg/s yoki } 23564 \text{ kg/s CaSO}_4 \cdot 2H_2O \text{ (suv miqdori esa 4932 kg/s)}$$

(6) tenglama bo'yicha H_3PO_4 sarfi:

$$m_{H_3PO_4}^2 = \frac{208 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{160} = 250 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan $FePO_4$ miqdori:

$$m_{FePO_4} = \frac{250 \cdot 2 \cdot 151}{2 \cdot 98} = 375 \text{ kg/s}$$

bunda hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^4 = \frac{250 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 70 \text{ kg/s}$$

bulardagi 160; 98; 151 va 18 – Fe_2O_3 , H_3PO_4 , FePO_4 va H_2O larning molekulyar massalari.

(7) tenglama bo'yicha H_3PO_4 sarfi:

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4}^3 = \frac{167 \cdot 0,98 \cdot 2 \cdot 98}{102} = 255 \text{ kg/s}$$

Hosil bo'lgan AlPO_4 miqdori:

$$m_{\text{AlPO}_4} = \frac{255 \cdot 2 \cdot 122}{2 \cdot 98} = 317 \text{ kg/s}$$

bunda hosil bo'lgan suv miqdori:

$$m_{\text{H}_2\text{O}}^5 = \frac{255 \cdot 3 \cdot 18}{2 \cdot 98} = 90 \text{ kg/s}$$

bulardagi 102; 98; 122 va 18 – Al_2O_3 , H_3PO_4 , AlPO_4 va H_2O larning molekulyar massalari.

(10) va (11) tenglamalar bo'yicha ishlab chiqarish amaliyotida 20% ftor gaz fazasiga o'tadi. Uning 15% qismi SiF_4 va 5% qismi esa HF holatida bo'ladi. Eritmada esa 80% H_2SiF_6 holatida qoladi.

Gaz fazaga o'tgan HF miqdori (SiF_4 tarzida):

$$m_{\text{SiF}_4}^1 = \text{HF} \cdot 0,15 = 628 \cdot 0,15 = 94 \text{ kg/s.}$$

HF holida esa:

$$m_{\text{HF}}^2 = 628 \cdot 0,05 = 30 \text{ kg/s.}$$

Gaz fazaga o'tgan ftorning umumiy miqdori:

$$M_{\text{HF}} = 94 + 30 = 124 \text{ kg/s.}$$

Suyuq fazadagi HF miqdori:

$$m_{\text{HF}}^3 = 628 - 124 = 504 \text{ kg/s.}$$

(10) tenglama bo'yicha ta'sirlashadigan HF : 504 kg/s.

SiO_2 sarfi esa:

$$m_{\text{SiO}_2}^1 = \frac{504 \cdot 60}{6 \cdot 20} = 252 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan H_2SiF_6 miqdori:

$$m_{\text{H}_2\text{SiF}_6}^1 = \frac{252 \cdot 144}{60} = 605 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^6 = \frac{252 \cdot 2 \cdot 18}{60} = 151 \text{ kg/s.}$$

(11) tenglama bo'yicha HF sarfi:

$$m_{HF}^1 = 94 \text{ kg/s.}$$

Eruvchan SiO₂ sarfi:

$$m_{SiO_2}^2 = \frac{94 \cdot 60}{4 \cdot 20} = 70,5 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan SiF₄ miqdori:

$$m_{SiF_4} = \frac{70,5 \cdot 104}{60} = 122 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'ladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^7 = \frac{70,5 \cdot 2 \cdot 18}{60} = 42 \text{ kg/s.}$$

(12) tenglama bo'yicha H₂SiF₆ sarfi:

$$m_{H_2SiF_6}^2 = \frac{167 \cdot 144}{62} = 390 \text{ kg/s.}$$

(13) tenglama bo'yicha H₂SiF₆ sarfi:

$$m_{H_2SiF_6}^3 = \frac{125 \cdot 144}{94} = 200 \text{ kg/s.}$$

bunda 62; 94 lar Na₂O va K₂O lar molekulyar massalari.

H₂SiF₆ ning umumiy sarfi:

$$M_{H_2SiF_6} = 390 + 200 = 590 \text{ kg/s}$$

eritmadagi miqdori esa:

$$m_{H_2SiF_6}^4 = 605 - 590 = 15 \text{ kg/s.}$$

ta'sirlashmagan SiO₂ miqdori:

$$m_{SiO_2}^3 = 416 - 322 = 94 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'lgan Na₂SiF₆ miqdori:

$$m_{Na_2SiF_6} = \frac{167 \cdot 188}{62} = 506 \text{ kg/s.}$$

Hosil bo'lgan K₂SiF₆ miqdori:

$$m_{K_2SiF_6} = \frac{125 \cdot 246}{94} = 326 \text{ kg/s.}$$

(12) va (13) tenglama bo'yicha hosil bo'lgan suvning umumiy miqdori:

$$m_{H_2O}^8 = \frac{590 \cdot 18}{144} = 69 \text{ kg/s.}$$

(5)÷(13) tenglamalarda hosil bo'ladigan suvning umumiy miqdori:

$$M_{H_2O} = m^2 + m^3 + m^4 + m^5 + m^6 + m^7 + m^8 = 2184 + 150 + 70 + 90 + 151 + 42 + 69 = 2756 \text{ kg/s.}$$

(6) va (7) tenglamalar bo'yicha bog'langan fosfat kislota miqdori:

$$M_{H_3PO_4} = m_{H_3PO_4}^2 + m_{H_3PO_4}^3 = 250 + 255 = 505 \text{ kg/s.}$$

Eritmadagi erkin fosfat kislota miqdori:

$$m_{H_3PO_4}^9 = 7068 - 505 = 6563 \text{ kg/s.}$$

(5), (8) va (9) tenglamalar bo'yicha H_2SO_4 ning umumiy sarfi:

$$M_{H_2SO_4}^{yMjM.} = m_{H_2SO_4}^1 + m_{H_2SO_4}^2 + m_{H_2SO_4}^3 = 11892 + 1538 + 818 = 14248 \text{ kg/s.}$$

Monogidrat yoki 92% li eritma hisobida esa: $\frac{14248}{0,92} = 15490 \text{ kg/s}$ bo'ladi. Bunda

suv miqdori: $m_{H_2O}^9 = 15487 - 14248 = 1542 \text{ kg/s}$ bo'ladi.

Ekstraktorda suyuq:qattiq sistema nisbatlarini harakatlantiruvchi bo'tqa hosil bo'lishi uchun ekstraktorga suv (sulfat kislota konsentrasiyasi 56% ga etguncha) qo'shiladi:

$$m_{H_2SO_4}^4 = \frac{14248}{0,56} = 25443 \text{ kg/s.}$$

bunda suv miqdori: $m_{H_2O}^{10} = 25443 - 14248 = 11195 \text{ kg/s}$ bo'ladi.

Demak, suyultirish uchun beriladigan suv miqdori:

$$m_{H_2O}^{11} = m_{H_2O}^{10} - m_{H_2O}^9 = 11195 - 1242 = 9953 \text{ kg/s.}$$

Sistemaga sulfat kislota bilan 11195 kg/s va fosforit bilan 208 kg/s suv kiradi, shuningdek (5), (6), (7), (9), (10), (11), (12) va (13) tenglamalar natijasida 2756 kg/s suv hosil bo'ladi. Suvning umumiy miqdori: 14159 kg/s ni tashkil etadi.

(4) tenglama bo'yicha H_3PO_4 hosil bo'lishi uchun: 1950 kg/s suv sarflanadi. Ekstraksion bo'tqada qoladigan suv $14159 - 1950 = 12209 \text{ kg/s}$ qoladi. Bu miqdordan fosfogips bilan: 4932 kg/s suv chiqib ketadi. Eritmada: $12209 - 4932 = 7277 \text{ kg/s}$ suv qoladi.

Eritmaga oʻtmagan fosforit miqdori:

$$P_2O_5 = 5208 \cdot 0,02 = 104;$$

$$CaO = 6937 \cdot 0,02 = 138,7;$$

$$CaF_2 = 1250 \cdot 0,02 = 25;$$

$$Al_2O_3 = 167 \cdot 0,02 = 3,3;$$

$$Fe_2O_3 = 208 \cdot 0,02 = 4,1;$$

$$SiO_{2(er.)} = 416 - (252 + 70) = 94.$$

Jami: 366 kg/s ni tashkil etadi.

Fosforit bilan 3812 kg/s erimaydigan qoldiq ekstraktorga tushadi. Demak, boʻtqadagi erimaydigan qoldiq miqdori: $366 + 4000 = 4366$ kg/s boʻladi.

FOSFORITNI SULFAT KISLOTALI PARCHALASH JARAYONINING MODDIY BALANSI

15-jadval

(Fosfogpsni yuvuvchi suv va sirkulyasiyalanuvchi boʻtqa eʼtiborga olinmagan)

Jarayonga kiradi	kg/s	Jarayondan chiqadi	kg/s
Fosforit:		Ekstraksion boʻtqa:	
P_2O_5	5208	Fosfgips	23564
CaO	6937	Erimaydigan qoldiq	4000
CaF_2	1250	Qoldiq fosforit	366
MgO	334	Alyuminiy va temir fosfatlari	692
Al_2O_3	167	Natriy va kaliy kremneftroidlari	832
Fe_2O_3	208	Magniy sulfat	1002
K_2O	125	H_2SiF_6	15
Na_2O	167	H_3PO_4	6563
$SiO_{2(er.)}$	416	H_2O	7277
CO_2	1813	Jami:	44311
Erimaydigan qoldiq	4000		
H_2O	208	Gaz fazasi:	
Jami:	20833	SiF_4	122
Sulfat kislota	14248	HF	30
Kislota bilan kiradigan suv	11195	CO_2	1813
Jami:	25443	Jami:	1965
Umumiy miqdori:	46276	Umumiy miqdori:	46276

Mahsulot – fosfat kislota hisobi

Eritmaga oʻtadigan fosfat kislota: $5208 \cdot 0,98 = 5104 \text{ kg/s}$.

Eritmaga oʻtmagan fosfat kislota: $5208 - 5104 = 104 \text{ kg/s}$.

Yuvilmay gips bilan chiqib ketadigan fosfat kislota:

$$5104 \cdot 0,02 = 102 \text{ kg/s}; \text{P}_2\text{O}_5 = 143 \text{ kg/s}$$

(6) va (7) tenglama boʻyicha bogʻlangan fosfat kislota:

$$m^2 + m^3 = 250 + 255 = 505 \text{ kg/s yoki } 360 \text{ kg/s } \text{P}_2\text{O}_5$$

Fosfat kislota sarfi: $m^2 + m^3 + m^4 = 141 + 505 = 646 \text{ kg/s yoki}$

$$5208 - (104 + 102 + 360) = 4642 \text{ kg/s } \text{P}_2\text{O}_5$$

Mahsulot sifatidagi fosfat kislota:

$$m_{\text{H}_3\text{PO}_4}^M = 4642 \cdot 1,4 = 6499 \text{ kg/s}$$

21% li P_2O_5 hisobidagi kislota miqdori:

$$M_{\text{H}_3\text{PO}_4}^{21\%} = \frac{4642 \cdot 100}{21} = 22105 \text{ kg/s}$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 22105 - 6499 = 15606 \text{ kg/s}$$

16-jadval

P_2O_5 moddiy balansi

Jarayonga kiradi	kg/s	Jarayondan chiqadi	kg/s	%
Fosforit bilan	5208	Fosfat kislota mahsulotiga oʻtadi	4642	89,13
Jami	5208	Fosfogips tarkibida yuvilmay qoladi	102	1,96
		Erimaydigan qoldiqda	104	2,0
		Metall fosfatlariga birikkan holatda	360	6,91
		Jami	5208	100,0

17-jadval

8-Amaliy mashg'ulot uchun berilgan ma'lumotlar

№	a, kg/so at	b, %	v, %	g,%	d, %	e,%	j,%	i,%	k,%	l,%	m,%	n,%
1	2150	25,4	32,7	2,37	5,8	1,1	1,75	0,7	0,7	1,78	8	18,7
2	3860	26,6	33,1	2,43	5,8	1,2	1,34	0,7	0,7	0,43	8,1	18,6
3	1870	24,8	32,8	3,45	5,8	1,3	0,85	0,7	0,7	1,90	8,2	18,5
4	1980	24,6	33,2	3,06	5,8	1,4	0,75	0,7	0,7	1,39	8,3	19,1
5	2840	24,3	32,6	3,81	5,8	1,5	0,8	0,7	0,7	0,69	8,4	19,7
6	3270	23,8	33	3,18	5,8	1,6	1,9	0,7	0,7	1,42	8,5	18,4
7	2620	22,4	32,5	3,87	5,8	1,7	2,01	0,7	0,7	1,52	8,6	19,2
8	4170	23,5	33,3	3,62	5,8	0,9	1,5	0,7	0,7	1,78	8,7	18,5
9	3460	22,7	32,8	3,72	5,8	1,53	1,45	0,7	0,7	1,3	8,9	19,4
10	2390	21,6	34,5	2,86	5,8	1,45	1,6	0,7	0,7	1,49	9	19,3
11	4210	24,8	32,8	3,45	5,8	1,3	0,85	0,7	0,7	1,90	8,2	18,5
12	3520	23,8	33	3,18	5,8	1,6	1,9	0,7	0,7	1,42	8,5	18,4
13	2760	21,4	32,9	2,76	5,9	1,15	1,25	0,5	0,9	4,84	9,1	18,3
14	2450	22,7	35,6	2,73	5,9	2,01	1,2	0,5	0,9	0,86	9,2	17,4
15	1780	20,4	35,3	2,91	5,9	1,9	1,15	0,5	0,9	1,64	9,3	19,1
16	3640	19,5	35,8	2,86	5,9	1,8	1,53	0,5	0,9	1,31	9,4	19,5
17	4610	22,7	34,7	3,04	5,9	0,75	1,4	0,5	0,9	1,51	9,5	18,1
18	3540	22,5	34,5	3,13	5,9	0,85	0,9	0,5	0,9	0,62	9,6	19,6
19	4870	23,5	34,8	3,57	5,9	1,34	1,1	0,5	0,9	1,49	9,7	16,2
20	5160	20,5	35,2	3,28	5,9	1,75	1,3	0,5	0,9	0,87	9,8	19
21	3410	23,7	35,7	2,87	5,9	1,28	1,23	0,5	0,9	0,52	9,9	16,5
22	2820	20,3	36,1	3,28	5,9	1,47	1,46	0,5	0,9	0,79	10	18,3
23	1990	20,4	35,3	2,91	5,9	1,9	1,15	0,5	0,9	1,64	9,3	19,1
24	4050	22,7	34,7	3,04	5,9	0,75	1,4	0,5	0,9	1,51	9,5	18,1
25	3370	23,5	34,8	3,57	5,9	1,34	1,1	0,5	0,9	1,49	9,7	16,2

ADABIYOTLAR.

1. I.T.Shamsiddinov "Noorganik kislotalar ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari". 2022 y. -496b.
2. G.Q.Salijonova "Foydali qazilmalarni boyitish va qayta ishlash asoslari;,"Chulpon nomidagi nashryot matbaa uyi. -T.2018 y. 185 b.
3. M.G*. Akmalov, N.N.Tursunova, Silikatlar texnologiyasi O‘quv qo‘llanma. «Durдона» nashriyoti. Buxoro - 2022 y.
4. M.G‘. Akmalov «Silikatlar texnologiyasi» fanidan o‘quv-uslubiy majmua Buxoro -2020 y.
5. E.O. Umarov Keramik materiallar va ularga ishlov berish. Darslik Toshkent - 2020 u.
6. B.Q. Mirzayev, H.S. Solijonov, M.I. Karimova. Mahalliy xomashyo asosidagi keramik buyumlar xususiyatlarini o‘rganish. Monografiya Toshkent - 2022 y.
7. Levchenko P.V. Rascheti pechey i sushilok silikatnoy promashlennosti. Ucheb.posob. dlya vuzov / P.V. Levchenko - 2 e izd., -M.: Alyans, 2007. -368 s.
8. T.A.Otaqo‘ziyev, Q.A.Ahmerov, S.M.Turobjonov Umumiy kimyoviy texnologiya. "Niso poligraf", 2013 y. 600 b.
9. N.Kattayev, G.Ixtiyarova, M.Muhammediyev, X.Mirzahidov "Kimyo texnologiyasi". 2012 y. -396b.
10. Q.G‘afurov. "Kimyoviy texnologiyaning nazariy asoslari". 2007 y. -257b.
11. A.A.Ismatov, T.A.Otaqo‘ziyev, N.P.Ismoilov, F.M.Mirzayev "Noorganik materiallar kimyoviy texnologiyasi". 2002. -137b.
12. A.A.Ismatov "Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi" 2006. -219b.
13. J.I.Alimjonova, T.A.Otaqo‘ziyev, A.M.Eminov. "Keramik buyumlar texnologiyasi". Kasb-hunar kolejlari uchun o‘quv qo‘llanma. -Toshkent. "Turon-Iqbol", 2006. -256b.
8. www.texholoeiv.ru .
9. www.zivonet.uz.

Mundarija

Kirish	3
1-AMALIY MASHG‘ULOT Sarflanish koeffisienti hisoblari.	4
2-AMALIY MASHG‘ULOT Kimyoviy jarayonlarning moddiy balansini tuzish.	8
3-AMALIY MASHG‘ULOT Ammofos ishlab chiqarish moddiy balansii tuzish	19
4-AMALIY MASHG‘ULOT Quritish minorasining material kirim-chiqimini tuzish.	25
5-AMALIY MASHG‘ULOT Qaytmas kimyoviy jarayonlarni moddiy kirish-chiqim hisoblari.	30
6-AMALIY MASHG‘ULOT Qaytar kimyoviy texnologik jarayonlar moddiy kirim-chiqim hisobini tuzish.	34
7-AMALIY MASHG‘ULOT Issiqlik balansini tuzish va kimyo texnologik jarayonlar issiqlik hisobi.	38
8-AMALIY MASHG‘ULOT. Ekstraksion fosfat kislota ishlab chiqarish moddiy balansi.	44
Adabiyotlar.	52