

LABARATORIYA ISHI №6

Kimyoviy reaksiya tezligi. Reaksiya tezligining konsentratsiyaga, temperaturaga, katalizatorga bog'liqligi. Avtokataliz

Gomogen sistemadagi kimyoviy reaksiyaning tezligi.

Sistema deb kimyoda modda yoki moddalar aralashmasi bilan to'ldirilgan va atrof muhitdan ajratilgan fazoning bir bo'lagiga aytiladi.

Gazlar aralashmasi, suv, eritmalar gomogen sistemaga misol bo'la oladi (fazalar soni-1).

Bir necha fazalardan iborat sistemaga **geterogen sistema** deyiladi.

Masalan:

suv-muz-suv bug'i (fazalar soni-3)

suv-kislorod-vodorod (fazalar soni-2).

Kimyoviy reaksiyalar turli tezliklarda sodir bo'ladi. Bu tezlik reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasini vaqt birligi ichida o'zgarishi bilan o'lchanadi. Konsentratsiyani ko'pincha bir litrdagi mollar soni bilan, vaqtni esa sekundlarda ifodalanadi.

Kimyoviy reaksiyaning tezligi turli omillarga bog'liq bo'ladi. Ulardan asosiylaridan biri reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatidir. Kimyoviy reaksiya tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasidan va reaksiya sodir bo'layotgan sharoitdan ham bog'liq bo'ladi.

Reaksiyaga kirishayotgan moddalar molekulalari kimyoviy ta'sirlanishi uchun ularning o'zaro to'qnashmog'i darkor. Demak, reaksiyaga kirishayotgan moddalarning molekulalari qancha ko'p to'qnashsalar, reaksiya tezligi ham shunchalik tez bo'ladi. Molekulalarning vaqt birligi ichida to'qnashishlar soni ularning harakat tezligidan va ularning hajm birligidagi miqdoridan, ya'ni temperaturadan va moddalar konsentratsiyasiga bog'liq.

Shuni ta'kidlash kerakki, har bir to'qnashish yangi modda hosil bo'lishiga olib kelmaydi. Kimyoviy ta'sirlashish faqat «aktiv» molekulalar orasida sodir bo'ladi, ya'ni bunday molekulalar to'qnashish vaqtida sistemadagi molekulalarning o'rtacha energiyasiga nisbati ko'p energiyaga egadirlar. O'rtacha energiyaga nisbatan ortiqcha bo'lgan, reaksiya boshlanishi uchun zarur bo'lgan energiya aktivlanish energiyasi deyiladi. Reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi qanchalik ko'p bo'lsa, «aktiv» molekulalarning hajm birligidagi soni ham, reaksiya tezligi ham shuncha ko'p bo'ladi.

Massalar ta'siri qonunini, N.N.Beketov (1865-y.) birinchi bo'lib, reaksiyaga kirishayotgan moddalar konsentratsiyasini kimyoviy reaksiya tezligiga va uning

yo‘nalishiga ta’sirini o‘rgandi. Keyinchalik (1867-y.) norvegiyalik olimlar Guldberg va Vaaga bu holatni umumiy shaklda ifodaladilar: Kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsional (Massalar ta’siri qonuni). Agar reaksiyaga ikkita modda A va B ($mA+nB=pC$) kirishsa ayni reaksiya uchun massalar ta’siri qonunining matematik ifodasi Quyidagicha ifodalanadi:

$$v = K [A]^m [B]^n$$

bunda v -reaksiya tezligi, $[A]$ va $[B]$ -A va B moddalarning molyar konsentratsiyalari, k -reaksiyaning tezlik konstantasi, m va n -reaksiya tenglamalaridagi koeffitsientlar.

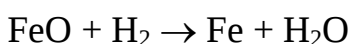
Misol:



Bir vaqtning o‘zida uchtdan ortiq molekulaning to‘qnashish ehtimolligi nihoyatda kam. Shuning uchun tenglamalari murakkab bo‘lgan, ko‘p sonli zarrachalar qatnashadigan murakkab reaksiyalar qator ketma-ket parallel har biri ikkitadan molekulaning to‘qnashuvi yoki alohida zarrachaning parchalanishi natijasida sodir bo‘ladigan jarayonlardan iborat bo‘ladi. Bunday hollarda massalar ta’siri qonuni, reaksiya uchun butun holda emas, uning alohida bosqichlarida qo‘llaniladi.

Reaksiyaning tezlik konstantasi K -reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog‘liq emas, ammo ularning tabiati va temperaturaga bog‘liq. Uning son qiymati reaksiyaga kirishuvchi moddalarning konsentratsiyalari bir molga teng bo‘lganida reaksiyaning tezligiga teng buladi.

Geterogen sistemalarda kimyoviy reaksiyaning tezligi. Gomogen sistemalarda reaksiya sodir bo‘lishini aniqlovchi qonuniyatlar, geterogen sistemalarga to‘la-to‘kis qo‘llanilmaydi. Masalan, getrogen sistema gaz-qattiq moddada gaz va qattiq modda molekulalari orasidagi to‘qnashuv fazalarini ajratuvchi yuzadagina sodir bo‘ladi. Qattiq moddaning konsentratsiyasi doimiy qiymatga ega bo‘lib, reaksiyaning tezlik konstantasiga kiradi. Masalan, temir (II) oksidini vodorod bilan qaytarish uchun



reaksiyaning tezligi faqat vodorodning konsentratsiyasiga proporsionaldir, ya’ni

$$v = K [H_2]$$

Geterogen sistemalarda reaksiya ajratuvchi yuza satxida sodir bo‘ladi, shuning uchun, yuza qanchalik katta bo‘lsa reaksiya tezligi ham shunchalik katta bo‘ladi. Shuning uchun qattiq moddalar maydalanganda tezroq reaksiyaga kirishadilar.

Reaksiya tezligiga temperaturaning ta'siri. Temperatura ortishi bilan sistemadagi aktiv molekulalarning ulushi ortadi, demak, vaqt birligi ichidagi aktiv molekulalarning to'qnashuv soni ham ortadi. Shuning uchun temperatura har 10^0 orttirilganida reaksiya tezligi ham 2-4 marotaba ortadi. Temperatura har 10^0 ko'tarilganida reaksiya tezligini necha marta ortishini ko'rsatuvchi son reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti deyiladi. Odatda u 2-4 ga teng.

Temperatura koeffitsiyenti ikkiga teng bo'lgan holat uchun reaksiya tezligini temperaturaga bog'liqligini matematik ifodasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$V_0 = V_b \gamma^n$$

Bunda v_0 -berilgan har qanday oxirgi temperaturadagi reaksiyaning tezligi, v_b -boshlang'ich tezlik, n -reaksiyaning temperaturasi nechta o'nlik gradusga o'zgarganligini ko'rsatuvchi son, γ -reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti.

Misol. Agar reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 2 ga teng bo'lsa temperatura 20^0 dan 50^0 ga organda kimyoviy reaksiyaning tezligi qanday o'zgaradi?

$$v_{50} = v_{20c} 2^{50-20/10} = v_{20c} 2^3 = v_{20c} \cdot 8$$

ya'ni reaksiyaning tezligi 8 martagacha ortadi.

Kimyoviy reaksiyaning tezligiga katalizatorning ta'siri. Kimyoviy jarayon tezligini o'rgartiruvchi moddalarga **katalizatorlar** deyiladi. Katalizatorlar qattiq suyuq yoki gaz moddalar bo'lishi mumkin, ularning tarkibi va miqdori reaksiyaning oxirida o'zgarmaydi.

Kimyoviy reaksiyaning tezligi katalizator ishtirokida o'zgarishi **kataliz** deyiladi. Katalizator bilan reaksiyaga kiruvchi moddalar bir yoki turli fazalarda bo'lishiga qarab gomogen yoki geterogen katalizga bo'linadi. Geterogen katalizda ajratuvchi yuza bo'ladi.

Katalizator kolloid holatda bo'lgandagi kataliz **mikrogeterogen** deyiladi. Bunday turdagi katalizga katalizatori fermentlar bo'lgan biokatalitik jarayonlar kiradi.

Reaksiya tezlatuvchi moddalar bilan bir qatorda ularni sekinlashtiruvchi moddalar ham qo'llaniladi. Bunday moddalar **ingibitorlar** deb ataladi.

1. Kimyoviy reaksiya tezligiga katalizatorning ta'siri

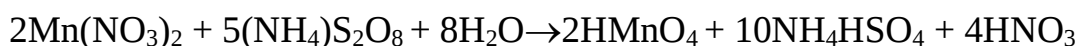
Gomogen kataliz

1. Ikkita probirkaga indigokarmin eritmasidan soling va biriga ikki tomchi FeCl_3 eritmasidan quying. Ikkala probirkada indigokarminning rangsizlanish vaqtini yozib oling. Bajargan ishingizni izohlab bering.

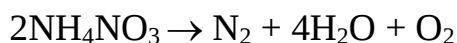
2. Ikkita probirkaning har biriga 3 ml dan KCNS eritmasi va uch tomchidan FeCl_3 eritmasidan quying. Bu probirkalarning biriga katalizator sifatida mis (II) sulfat eritmasidan ikki tomchi qo'shing. So'ngra ikkala probirkaga $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasidan 3 ml dan soling. Har ikkala probirkada rangsizlanish qancha vaqt o'tganidan keyin kuzatilishini taqqoslab ko'ring. Natriy tiosulfat temir (III) rodanidni temir (II) rodanidga qadar qaytaradi, o'zi esa $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ ga o'tadi; reaksiya tenglamasini yozing.

3. Ikkita probirkaga HNO_3 eritmasidan 3 ml dan, $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ning 2% li eritmasidan 2 tomchi soling. Probirkalarning biriga katalizator sifatida ikki tomchi kumush nitrat AgNO_3 eritmasi quying. So'ngra har ikkala probirkaga ammoniy persulfat $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ning 30% li eritmasidan 5 ml dan soling. Ikkala probirkani suv solingan stakanga tushurib qo'ying. Stakandagi suvni qaynaguncha qizdiring. Probirkalarning qaysi birida avvalroq qizil rang paydo bo'lishini kuzating.

Reaksiyalarning tenglamasi:



4. 0,5g quruq NH_4NO_3 ni probirkada qizdirib suyuqlantiring. So'ngra suyuq holatdagi ammoniy nitrat ustiga FeCl_3 kristali tashlang. FeCl_3 ning suyuqlantirilgan NH_4NO_3 da erishini va bu vaqtda ammoniy nitratning parchalanib ketishini kuzatasiz. Reaksiya tenglamasi quyidagidan iborat:



Shu tajribani katalizator ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ishtirokida takrorlang va tegishli xulosalar chiqaring.

Geterogen kataliz

Vodorod peroksid H_2O_2 eritmasidan 2 ml olib, unga ozgina MnO_2 qo'shing. Vodorod peroksidning shiddatli parchalanganini kuzatasiz. Shu tajribani MnO_2 o'rniga PbO_2 olib ham takrorlang.

Manfiy kataliz

(tajriba mo'rili shkafda bajariladi).

Kichikroq kolbaga 15 ml distillangan suv solib, unga 2-3 minut oltingugurt (IV) oksid (SO_2) gazi yuboring. Hosil qilingan sulfit kislota (H_2SO_3) eritmasini ikki probirkaga 5 ml dan quying. Probirkaning biriga bir necha tomchi glitserin qo'shing. Ikkala probirkani 60° ga qadar isitilgan suvli stakanga botiring. Probirkalar orqali

baravar hajmda (30-40 pufakcha) kislorod o'tkazing (kislorodni gazometrdan yuborish kerak). So'ngra ikkala probirkaga baravar miqdorda bariy xlorid eritmasi soling (bariy xlorid eritmasiga bir necha tomchi HNO_3 qo'shilgan bo'lishi kerak). Glitserin qo'shilgan probirkada kam miqdorda loyqa paydo bo'lganini kuzatasiz. Bajarilgan tajribada sodir bo'lgan reaksiyalar tenglamalarini yozib bering.

Avtokataliz.

Konus shaklidagi kolbaga 10 ml oksalat kislotaning ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 5% li eritmasidan solib, uning ustiga H_2SO_4 ning 0,1 n eritmasidan 5 ml qo'shing. So'ngra bu eritmaga byuretkadagi KMnO_4 eritmasidan 1 ml soling. KMnO_4 eritmasi ancha uzoq vaqtdan keyin rangsizlanadi (rangsizlangan vaqtni sekundlar hisobida yozib oling). So'ngra yana 1 ml KMnO_4 eritmasini qo'shing; u ancha tez rangsizlanadi, yana 1 ml qo'shsangiz, u yanada tez rangsizlanadi va hokazo. Buning sababi shundaki, bu tajribada sodir bo'ladigan:

$$5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$$

reaksiyada hosil bo'ladigan Mn^{2+} ionlari katalizatorlik vazifasini bajaradi. Bunga ishonch hosil qilish maqsadida probirkaga avval MnSO_4 eritmasi solib, yuqoridagi reaksiyani amalga oshiring. Bu yerda ham avtokataliz ro'y beradimi?

1. Kimyoviy reaksiya tezligiga reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatining ta'siri

Reaksiyani o'tkazish uchun shtativda bir uchi suvli kristallizatorga tushirilgan gaz o'tkazuvchi nay bilan ulangan probirkani tik holatda o'rnatib. Ikkinchi suv bilan to'ldirilgan probirkani to'nkarib suvli kristallizatorga tushiring. gaz o'tkazuvchi nay bilan ulangan probirkani 2/3 hajmigacha 0,1n sirka kislotasi bilan to'ldiring va unga suvda yuvilgan va filtr qog'oz bilan quritilgan 2-3 dona rux bo'lakchalaridan tashlang. Probirkani gaz o'tkazuvchi nay bilan berkitib. Gaz o'tkazuvchi nayning ikkinchi uchini suvli probirkaga kiriting (probirkaga havo kirmasligini va undan suv to'kilmasligini nazorat qiling). Sekundomer yordamida probirkani gaz bilan to'lish vaqtini aniqlang.

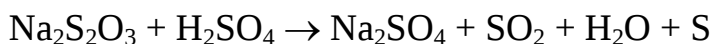
Tajriba tugagandan so'ng probirkadan sirka kislotasini to'king, ruxni yuving, filtr qog'ozi bilan quriting. Tajribani yuqoridagi usulda 0,1n HCl eritmasi bilan qaytaring.

Bir xil konsentratsiyadagi xlorid va sirka kislotalarining rux bilan reaksiyaga kirishish tezligini solishtiring va kuzatilgan hodisalarni tushuntiring.

2. Reaksiya tezligining reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga bog'liqligi

a) 1n natriy tiosulfat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasiga 2n H_2SO_4 eritmasidan quyting.

Eritmaning loyqalanishini kuzating. Bunda loyqalanish natriy tiosulfatni sulfat kislotasi bilan reaksiyasi natijasida erkin oltingugurt ajralib chiqishi bilan bog'liqdir:



Reaksiya boshlanishidan to sezilarli darajada eritmaning loyqalanishigacha bo'lgan vaqt reaksiyaning tezligini tavsiflaydi.

b) Uchta raqamlangan probirkalarga natriy tiosulfatning suyultirilgan (1:200) eritmasidan birinchisiga - 5 ml, ikkinchisiga - 10 ml, uchinchisiga - 15 ml quyting. So'ngra birinchi probirkaga 10 ml, ikkinchisiga - 5ml suv quytingyu Boshqa uchta probirkaga 5 ml dan suyultirilgan (1:200) sulfat kislota eritmasidan quyting. Har bir natriy tiosulfat eritmasi solingan probirkalarga aralashtirib turgan holda 5 ml dan tayyorlangan sulfat kislota eritmasini quyting va har bir probirkaga kislota quyilgandan loyqa hosil bo'lgunga qadar bo'lgan vaqtni aniqlang.

Tajriba natijalarini quyidagi shaklda to'ldiring:

Probirkalar-ning nomeri	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasining hajmi, ml	Suvning hajmi, ml	H_2SO_4 eritmasining hajmi, ml	Eritmaning umumiy hajmi, ml	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ning shartli konsentratsiyasi	Loyqa hosil bo'lguncha o'tgan vaqt, τ	Reaksiya-ning tezligi (shartli birliklar da) $v=1/\tau$
1	5	10	5	20	1 C		
2	10	5	5	20	2 C		
3	15	-	5	20	3 C		

Shu qiymatlarni grafik usulda ham tasvirlang. Bunda abstsissa o'qiga $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ning shartli konsentratsiyasini, ordinata o'qiga-reaksiya tezligini $v = 1/\tau$ qo'ying.

Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi haqida xulosa chiqaring. Sizning kuzatganingiz massalar ta'siri qonuniga mos keladimi?

3. Reaksiya tezligini temperaturaga bog'liqligi

Tajriba uchun suyultirilgan (1:200) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ va H_2SO_4 eritmalaridan oling.

Uchta raqamlangan probirkalarga 10 ml dan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmalaridan, boshqa uchta probirkalarga 10 ml dan H_2SO_4 eritmasidan quyning va ularni uchta juftlikka ajrating. har bir juftda bittadan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ va H_2SO_4 eritmalari solingan probirkalar bo'lsin.

Laboratoriyadagi havoning temperaturasini aniqlang, birinchi ikkita probirkani bir-biriga quyning, chayqating va kislota quyilgandan loyqa hosil bo'lguncha o'tgan vaqtni aniqlang.

Keyingi ikkita probirkani suvli stakanga soling va suvni xona temperaturasidan 10° yuqoriroq temperaturagacha qizdiring. Temperaturani suvga solingan termometr yordamida nazorat qiling.

Qolgan ikkita probirkani ham suvga solib xona temperaturasiga nisbatan 20° ga ko'tarib yuqoridagi tajribalarni amalga oshiring. Natijalarni quyidagi shaklda to'ldiring:

Probirkalar ning nomeri	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasinin g hajmi, ml	H_2SO_4 eritmasinin g hajmi, ml	Temperatur $a, ^\circ$	Loyqa paydo bo'lgungac ha bo'lgan vaqt, τ	Shartlibirik malardagi reaksiya tezligi, $v=1/\tau$
1	10	10	$^\circ$		
2	10	10	$^\circ + 10$		
3	10	10	$^\circ + 20$		

Ayni tajriba uchun reaksiya tezligini temperaturaga bog'liqlik grafigini chizing. Buning uchun abtsissa o'qiga tajribaning temperatura qiymati, ordinata o'qiga reaksiyaning tezligi $v=1/\tau$ ni qo'ying.

Reaksiya tezligining temperaturaga bog'liqligi haqida xulosa chiqaring. Ko'pgina kimyoviy reaksiyalar uchun temperatura koeffitsiyentlari qanday qiymatlarni qabul qiladi.

4. Geterogen kimyoviy reaksiyalarning tezligi

a) Quruq hovonchada (ezmasdan) qo'rg'oshin (II) nitrat va kaliy yodidlarning bir nechta kristallarini ehtiyotlik bilan aralashtiring. Rangning o'zgarishi sodir bo'ladimi?

Kristallarni kuchli ezing. Nimani kuzatdingiz? Aralashmaga pipetkadan birqancha suv tomchilarini qo'shing; rang o'zgarishiga e'tibor bering. Tajribani tushuntiring. Reaksiya tenglamasini yozing.

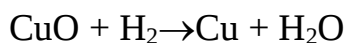
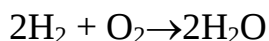
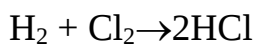
b) 50 ml hajmdagi kolbaga 0,2 g rux va temir kukunidan soling, unga 20 ml 2n sulfat kislota eritmasidan soling. Kolbani tezda gaz o'tkazuvchi nay bilan berkiting, Gaz o'tkazuvchi nayning ikkinchi uchini suv bilan to'ldirilgan byuretkaga kiritib va 5 daqiqa davomida ajralib chiqqan vodorod hajmini aniqlang. Tajribani doimiy temperaturada va reaksiyaga kirishayotgan moddalar aralashmasini doimo chaytsqatib turgan holda o'tkazing.

Shu tajribaning o'zini 0,2 g temir qirindisi yoki rux granulalari ishtirokida bajaring.

Geterogen sistemada o'tkazilayotgan reaksiyaning tezligiga reaksiyaga kirishuvchi moddalarning yuzasi qanday ta'sir ko'rsatadi?

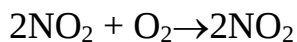
Nazorat savollari:

1. Quyidagi reaksiyalar uchun reaksiya tezligining matematik ifodasini yozing.



2. Kimyoviy reaksiyaning tezlik konstantasi nimaga teng? Bu kattalikning fizik ma'nosi nimadan iborat?

3. Reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?



a) NO konsentratsiyasini ikki marta oshirilsa; b) Birdaniga NO va O₂ konsentratsiyalarini uch martadan oshirilsa?

4. Oltingugurtning yonish reaksiyasi havoga nisbatan toza kislorodda necha marta tezroq sodir bo'ladi?