**Mühazirə mövzusu 7.**

**Plan**

**Kimyəvi kinetika və kataliz**

**Reaksiyaların tərtibi və molekulyarlığı**

**Mürəkkəb reaksiyaların növləri**

**Kataliz və katalizatorlar**

**Fermentativ reaksiyaların kinetikası**

Kimyəvi proses haqqında təlim iki hissədən ibarətdir: kimyəvi termodinamikadan və kimyəvi kinetikadan. Kimyəvi ter­mo­di­na­mi­­ka sistemlərin tarazlıq halını və verilən şəraitdə sistemin bir hal­dan başqa hala keçməsini tədqiq etdiyi halda, kimyəvi kinetika prinsipcə mümkün olan prosesin hansı sürətlə və hansı mexanizmlə getməsini öyrənir.

 Kimyəvi kinetika - kimyəvi reaksiyalar, onların mexanizmi və təkamül qanunauyğunluqları haqqında olan təlimdir. Kinetika iki bölmədə- formal kinetikada (reaksiya sürətinin maddələrin qa­t­ılığından asılılıq qanunauyğunluqları) və molekulyar ki­ne­ti­ka­­dan (kimyəvi qarşılıqlı təsirin mexanizmi) ibarətdir.

 Kimyəvi kinetikanın əsas anlayışı olan reaksiyanın sürəti vahid za­manda və vahid həcmdə reaksiyada iştirak edən maddənin miqdarının dəyişməsi kimi təyin edilir. Ümumi halda reaksiyanın sürəti zaman keçdikcə dəyişdiyindən onu mad­də­lə­rin qatılığının zamana görə törəməsi kimi tapırlar:



Əgər A$\rightarrow $B reaksiyasını nəzərdən keçirsək, (1) tənliyini konkret maddə üçün aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

*v* =$ -\frac{dC\_{A}}{dt}=+\frac{dC\_{B}}{dt}$ (2)

Kəsrin qabağında duran mənfi və müsbət işarəsi verilən komponentin qatılığının zamanca azalmasından və ya artmasından aslıdır.

Qarşılıqlı təsirdə olan maddələrin qatılığının reaksiya sürətinə təsiri kinetikanın əsas postulatı ilə müəyyən edilir: reaksiyanın sürəti reaksiyaya daxil olan maddələrin qatlığının hasili ilə düz mütənasibdir. Məsələn, J- ionlarının katalizator rolunu oynadığı hidrogen peroksidin parçalanma reaksiyası üçün (2H2O2$\rightarrow $ 2H2O+O2) yazmaq olar ki,



olanda reaksiya sürətinə bərabərdir.

 Fərz edək ki,hər hansı bir dönən reaksiya gedir:



Düz və əks istiqamətdə gedən reaksiyaların kinetikanın əsas postulatına görə

 

tənlikləri ilə ifadə olunur.Tarazlıq halında  olduğundan yazmaq olar ki,



 Kütlələrin təsir qanuna görə (6) tənliyini aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:



tənlik göstərir ki,dönən reaksiyalarda düz və əks istiqamətdə gedən reaksiyaların sürət sabitlərinin nisbəti tarazlıq sabitinə (Kp) bərabərdir.

 Mexanizminə görə reaksiyaları **sadə və mürəkkəb reaksiyalara** bölünürlər. Mürəkkəb reaksiyalar sadə reaksiyalardan ibarətdir. Formal kinetikanın qanunları yalnız sadə reaksiyalara şamil edilir. Mürəkkəb reaksiyaların kinetikası belə bir müddəaya əsaslanır ki, sistemdə eyni zamanda bir neçə reaksiya gedərsə onların hər biri müstəqil gedir və onlara sadə reaksiyaların kinetikasını tətbiq etmək olar.

Yalnız bir mərhələdən ibarət olan kimyəvi reaksiyalara elementar reaksiyalar deyilir. Hər bir elementar reaksiya çoxlu sayda təkrar olunan eyni kimyəvi çevrilmələrdən ibarətdir. Homoğen elementar reaksiyalar bir-birindən kimyəvi çevrilmələrdə iştirak edən molekulların sayına görə fərqlənib, müvafiq olaraq monomolekulyar N2O4 = 2NO2, bimolekulyar NO + H2O = NO2 + H2 və trimolekulyar 2NO + Cl2 = 2NOCl. reaksiyalar adlanır.

 Reaksiyaları bir - birindən reaksiyanın tərtibinə görə də fərqləndirirlər. Reaksiyanın ümumi tərtibi reaksiyada iştirak edən maddələrin qatılıq dərəcələrinin cəminə bərabərdir. Reaksiyanın tərtibi formal göstərici olub təcrubədə ölçülür.Reaksiya mexanizmini başa düşmək üçün reaksiyanın molekulyarlığını müəyyənləşdirmək lazımdır.Digər tərəfdən reaksiyanın tərtibi çoxmərhələli prosesdə sürətin qatılıqdan yekun kinetik asılılığı göstərir,molekulyarlıq isə mürəkkəb prosesin elementar mərhələsinin mexanizmi ilə əlaqədardı.Ona görədə reaksiyalar üçün reaksiyanın tərtibi ilə molekulyarlığı üst-üstə düşür.

 Əgər A+B$\rightarrow $ P reaksiyası gedirsə reaksiyanın sürətini

*v* = kCACB (8)

kimi yazmaq olar.Belə reaksiyaları adətən ikinci tərtib reaksiyalar adlandırırlar. Əgər reaksiyada üç maddə iştirak edərsə onda

 *v* = kCACBCC (9)

və belə reaksiyalar üçüncü tərtib reaksiyalar deyilir.Parçalanma reaksiyalarına (A$\rightarrow $P+D) birinci tərtib reaksiya kimi baxılır:

 *v* = kCA (10)

 Molekulyarlıqdan fərqli olaraq reaksiyanın tərtibi kəsr və hətta sıfır ola bilər. Reaksiyanın tərtibi o vaxt sıfır olur ki, reakiyanın sürəti qatılıqdan asılı olmasın, yəni *v=k.* Belə reaksiyalara misal olaraq fermentativ reaksiyaları göstərmək olar. Bu reaksiyalarda substratın qatlığı fermentin miqdarından xeyli çox olduğundan reaksiyanın sürəti yalnız fermentin miqdarından asılı olub, substratın qatlığından asılı olmur. Məsələn, etanolun insan orqanizmində sorulması I tərtib, xaric olması isə 0 - cı tərtib reaksiyadır. Bu onunla əlaqədardır ki, etanolun oksidləşməsində iştirak edən fermentin miqdarı məhdud olduğundan etanolun orqanizmdən çıxarılma sürəti onun orqanizmdəki miqdarından asılı deyil

 Birinci tərtib reaksiyalara misal olaraq radioaktiv parçalanmanı, bakteriyların böyüməsini, farmakokinetik prosesləri və bir çox kimyəvi reaksiyaları göstərmək olar. Ümumi halda birinci tərtib reaksiyaların kinetik tənliyini



tənliyi şəklində ifadə etmək olar. Adətən qatılıq (C) əvəzinə çevrilmə dərəcəsindən (x) istifadə etməklə tənliyini



şəkildə yazırlar. Burada - substratın başlanğıc qatılığı olub 100% -ə bərabər götürülür. Tənliyi inteqrallasaq reaksiyanın sürət sabiti üçün



tənliyi vasitəsi ilə t-nin verilən anında çevrilmə dərəcəsini bilməklə reaksiyanın sürət sabitini asanlıqla hesablamaq olar. (13) tənliyindən göründüyü kimi reaksiyanın sürət sabitinin zamandan asılılığı ***eksponensial xarakter*** daşıyır.

 Eyni qayda ilə ikinci tərtib reaksiyalar üçün

$\frac{dx}{dt}= k(a-x)$2

olduğundan reaksiyanın sürət sabiti (14) tənliyini inteqrallayandan sonra



ifadəsi alınır.

 Kimyəvi kinetikada çox vaxt yarımparçalanma müddəti deyilən anlayışdan geniş istifadə olunur. Yarımparçalanma müddəti ($τ)$başlanğıc maddənin 50% - nin reaksiyaya daxil olması üçün lazım olan vaxta deyilir. Birinci və ikinci tərtib reaksiyalar üçün $τ $aşağıdakı tən­lik­lər­lə ifadə olunur.

 

Göründüyü kimi birinci tərtib reaksiyalarda τ başlanğıc qatlıqdan () asılı olmadığı halda ikinci tərtib reaksiyarda belə asılılıq mövcuddur.

Birinci tərtib reaksiyalara misal olaraq aşağıdakı reaksiyaları göstərmək olar.

1. Mikroorqanizmlərin böyümə sürəti birinci tərtib reaksiyaların qanunauyğunluğuna tabe olur. Bu ona görə maraqlıdır ki, bədxassəli şişlə­rin inkişaf sürəti zamandan eksponensial asılıdır. Ona görə də xərçəng xəs­təliyini müalicə etmək üçün təklif olunan bütün üsullar o vaxt səmərə ve­rir ki, onlar xəstəliyin başlanğıc mərhələsində tətbiq olunsunlar.
2. Arxeoloji tapıntıların yaşını təyin etmək üçün son vaxtlar təklif olunan perspektivli üsul iki fakta əsaslanır: 1) canlı orqanizmdə olan aminturşular yalnız L- formada olur, 2) canlı orqanizm öləndən sonra keçən illər ərzində rasemizasiya gedir,yəni L-forma D-formaya çevrilir (bu reaksiya birinci tərtib reaksiyasıdır).

Arxeoloji qazıntılarda tapılan üzvü obyektin yaşını tapmaq üçün onda $\left[D\right]/\left[L\right]$nisbətini və etalon kimi götürülən müasir üzvü obyektə [D]/[L] nisbətini ölçür müqayisə edirlər.Bu üsulla Eyazi I hominidin yaşının 34.000 il olması sübut edilmişdir.

1. Geoloji yaşı hesablamaq üçün başqa bir üsul radioaktiv 14C izotopunun parçalanmasına əsaslanır.

**Mürəkkəb reaksiyaların növləri və mexanizmi**

Arrenius qanunu və digər sürət qanunları sadə reaksiyalara tətbiq edilir. Orqanizmdə gedən biokimyəvi reaksiyaların əksəriyyəti mürəkkəb proseslər olub, ardıcıl, paralel, qoşulmuş və ya zəncirvari mexanizmlə gedir.

***Ardıcıl*** reaksiyaların ümumi sxemi



kimi göstərilə bilər. Belə prosesin sürəti ən yavaş gedən mərhələnin sürətilə müəyyən edilir. Ardıcıl reaksiyalara rafinozanın hidrolizini misal göstərmək olar.

C18H32O16 + H2O → C6H12O6 + C12H22O11

C12H22O11 + H2O → C6H12O6 + C6H12O6

Orqanizmdə baş verən qlikogenin hidrolizi,



ATF-in hidrolizi və digər reaksiyalar ardıcıl mexanizmlə gedirlər.



sxemi üzrə gedən sadə ardıcıl reaksiyalarda başlanğıc (CA), aralıq (CB) və son məhsulun (CC) qatılığının zamandan asılılığı şəkildə göstərilmişdir.



Şəkildən göründüyü kimi aralıq məhsulun qatılığının maksimum nöqtəsi

şərtinə uyğun gəlir. Maraqlıdır ki, maksinunun vəziyyəti k1 və k2-nin mütləq qiymətlərindən asılı olmayıb, onların nisbətindən asılıdır.

 Reaksiyanın sürətinə aşağıdakı faktorlar təsir edir. k1/k2 nə qədər böyük olarsa, maksimum oordinat oxuna o qədər yaxın olur.

***Paralel reaksiyalarda*** eyni başlanğıc maddə bir neçə istiqamətdə reaksiyaya girir. Belə reaksiyalara kalium xloratın parçalanmasını və ya canlı orqanizmdə qlükozanın oksidləşməsindən alınan piroüzüm turşusunun iki paralel istiqamətdə - Krebs tsikli və heksozomonofosfat tsikli üzrə oksidləşməsini misal göstərmək olar.



Reaksiyanın sürətinə təsir edən amillərə nəzər salaq:

1. **Reaksiyaya daxil olan maddələrin təbiəti**
2. **Qatılıq**
3. **Temperatur**
4. **Katalizator**
5. **Təzyiq (**maddə qaz halında olarsa**)**
6. **Xırdalanma dərəcəsi (**maddə bərk haldadırsa**)**
7. **Mühit (**reaksiya məhlulda gedərsə**)**
8. **İşığın intensivliyi (** fotokimyəvi reaksiyalarda**)**
9. **Elektrod potensialı (** elektrokimyəvi reaksiyalarda)
10. **Qarışıqlar və onların qatılığı**·

 Maddənin təbiəti dedikdə, onların **kimyəvi tərkibi, quruluşu, rabitə növü, reaksiya qabiliyyəti** və s. nəzərdə tutulur.

***Temperaturun reaksiya sürətinə təsiri***

Reaksiya surətinə təsir göstərən əsas amillərdən biri temperaturdur.Vant-Hoffun empirik qaydasına görə **Temperatur hər 100 C artdıqda reaksiyanın sürəti 2-4 dəfə artır**. Reaksiyanın temperatur əmsalını aşağıda göstərilən nisbətlə hesablayırlar:



Fermentativ proseslər və xüsusən zülallarən denaturasiyası temperatur əmsalının yüksək qiyməti ilə (γ = 7–10) xarakterizə olunur. Belə hallarda adətən temperaturun kiçik intervalını götürürlər və temperatur əmsalını



tənliyi ilə hesablayırlar.

Canlı orqanizmdə bütün proseslər temperaturun nisbətən dar intervalında – 0o C ilə 45 – 50o C arasında gedir. Bu intervaldan kənara çıxanda ölüm baş verir.

Bioloji proseslərin temperaturdan asılılığı üç nöqtə ilə xarakterizə olunur: minimum , optimum və maksimum . Minumumdan optimum temperatura qədər bioloji proseslərin intensivliyi artır. Canlılarda temperatur optimumu 35 – 40o C-yə uyğun gəlir, bitgilərdə bu rəqəm bir qədər yuxarıdı. Optimumdan maksimum temperatura qalxdıqca bioloji proseslərin surəti yavaşıyır. Bu ilk növbədə zülalların denaturasiyası və fermentlərin dezaktivləşməsi ilə əlaqədardır. Məsələn , tiripsin fermentinin aktivliyi 40o C-də maksimum olur, temperaturun sonrakı artımı aktivliyin azalmasına və 65o C-də fermentin quruluşunun dağılmasına səbəb olur.

Сanlı orqanizmlərin əksəriyyətinin temperaturu 35-40o C arasında dəyişir. Lakin bəzi bakteriyalar 70o C-yə qədər temperatura davam gətirirlər. Xlorella adlı yosun isə temperaturu 80o C-yə çatan isti cu hövzələrində yaşadır.

İnsanın və istiqanlı heyvanların bədən temperaturunun sabit qalması xüsusi termonizamlayıcı mexanizmlərin hesabına baş verir. Bunun nəticəsində ətraf mühitdə temperaturunun dəyişməsi fizioloji proseslərin normal gedişinə təsir etmir.

Təcrübi tədqiqatların analizi nəticəsində C.Arrenius reaksiyanın sürət sabiti ilə temperatur arasındakı asılılığı belə bir tənliklə ifadə etmişdir:



k – reaksiyanın sürət sabiti, A – eksponentqabağı vurğu, E – aktivləşmə enerjisidir.  həddi molekulların orta enerjisinə nisbətən artıq enerjiyə (E) malik olan molekulların sayını göstərir.

Nəzəriyyəyə görə **reaksiyaya ancaq aktiv molekullar daxil olur.**

***Aktivləşmə enerjisini*** molekulun reaksiyaya daxil ola bilməsi üçün lazım olan enerji artıqlığı kimi və ya başlanğıc maddənin son məhlullara çevrilməsi zamanı reaksiyanın keçdiyi energetik maneənin hündürlüyü kimi xarakterizə etmək olar. Aktivləşmə enerjisini təcrübi yolla tapmaq üçün Arrenius tənliyinin loqarifmik formasından istifadə edilir.



Təcrübi yolla bir neçə temperaturda (4-dən az olmamaq şərti ilə ) sürət sabitini ölçüb alınan nəticələri  koordinantlarında xətti asılılıq şəklində qururlar. Alınan düz xəttin ordinant oxundan ayırdığı parçanın uzunluğu lgA-nı, absis oxu ilə əmələ gətirdiyi bucağın tangensi isə  kəmiyyətini verir.

Lyuisin 1918-ci ildə təklif etdiyi aktiv toqquşmalar nəzəriyyəsi qazların kinetik nəzəriyyəsinə əsaslanır. Sadə halda nəzəriyyə qaz formasında gedən bimolekulyar reaksiyalara aid edilir və eksponentqabağı vurğuya aktiv toqquşmaların sayı (Z) kimi baxılır. Nəzəriyyə Z üçün aşağıda göstərilən ifadəni verir:



Burada N – Avoqadro ədədi, - reaksiyada iştirak edən A və B molekullarının orta diametri, k- Bolsman sabiti, m- gətirilmiş kütlə adlanıb,  tənliyilə hesablanır (m1 və m2 molekulların kütləsidir).

 Reaksiya sürəti həmçinin molekulların ***toqquşma ardıcıllığından*** və ***qatılığından*** da asılıdır.

 Təcrübələr göstərir ki, hər hansı iki maddə qarşılıqlı təsirdə olduqda, reaksiyanın getməsi üçün onların molekulları bir-biri ilə toqquşmalıdır. Toqquşmaların sayı artdıqca reaksiya sürətlənir.

 Deməli, qarşılıqlı təsirdə olan maddələrin qatılıqlarının artmasından asılı olaraq effektiv toqquşmaların sayı artır, bu isə reaksiyanın sürətlənməsinə səbəb olur. Toqquşmalar **effektiv və qeyri –effektiv** olur. Ancaq effektiv toqquşmalar reaksiyanın getməsinə səbəb olur. Əgər hər toqquşma effektli olsaydı, bütün reaksiyalar partlayışla gedərdi.

Bu asılılığı ilk dəfə bir – birindən asılı olmayaraq Norveç alimi Quldberq və Vaage 1867-ci ildə müşahidə etmiş və kimyəvi kinetikanın əsas qanunu olan **kütlələrin təsiri qanununu** kəşf etmişlər: **Kimyəvi reaksiyanın sürəti reaksiyaya daxil olan maddələrin qatılığı ilə düz mütənasibdir.**

A + B = C + D

Qanunu bu tənliyə tətbiq etsək yazırıq:

 υ ═ k [A] [B] və ya υ ═ k CA**·** CB

Burada k-mütənasiblik əmsalı, yaxud **sürət sabitidir**.[A] və[B] isə A və B maddələrinin qatılığıdır. Konkret misallarda yazaq:

H2+ J2 ═ 2HJ

 υ ═ k [ H2] [J2]; υ ═ k CH**·** CJ

yaxud:

2 NO + Cl2= 2 NOCl

V ═ k [NO]2 [Cl2]; υ ═ k C**·** C

Əgər reaksiyaya daxil olan maddələrin qatılığı 1mol/l olarsa, onda υ ═ k olar, yəni reaksiyanın sürəti sürət sabitinə bərabər olar. Sürət sabiti maddələrin **təbiətindən** və **temperaturdan** asılıdır. Bu qanun qaz fazada və duru məhlullarda gedən reaksiyalar üçün özünü doğruldur.

**KATALİZATORUN REAKSİYANIN SÜRƏTİNƏ TƏSİRİ.**

 Kimyəvi reaksiyalarda iştirak edərək onların sürətini dəyişən və bu zaman özləri sərf olunmayan maddələrə ***katalizatorlar*** deyilir.

 Kimyəvi reaksiyaların sürətinin katalizatorun iştirakı ilə dəyişməsinə ***kataliz*** deyilir. Kataliz terminini ilk dəfə elmə şved alimi Yons Yakob Barselius gətirmişdir.

 Katalizatorların təsiri ilə gedən reaksiyalara ***katalitik reaksiyalar*** deyilir.

Adətən katalizatorun miqdarı reaksiyaya girən maddənin miqdarı ilə müqayisadə çox az olur.

**Katalizin tipləri**

Reaksiyanin sürətini artıran katalizatorlara ***müsbət katalizatorlar***, katalizə isə ***müsbət kataliz*** deyilir. Müsbət katalizə misal olaraq platin katalizatorunun iştirakı ilə kükürd 4-oksidin kükürd 6-oksidə, ammonyakın isə azot 2-oksidə oksidləşməsini və aşağıdakı reaksiyaları göstərmək olar.

2KClO3(kalium-xlorat)→2KCl(kalium-xlorid)+3O2-katalizator MnO2(manqan oksid(IV))

**2Al + J2→2AlJ3**(alüminium-yodid)

Reaksiyanin sürətini azaldan katalizatorlara ***mənfi katalizatorlar*** və ya ***ingibitorlar***, katalizə isə ***mənfi kataliz*** və ya ***ingibitorlaşma*** deyilir.

Mənfi katalizə misal olaraq, daxili yanma mühərriklərində tetraetil-qurğuşunun (Pb(C2H5)4 iştirakı ilə yanacağın detonasiyasının, həmçinin sulfat turşusunun azacıq miqdarı ilə hidrogen-peroksidin (H2O2) parçalanma sürətinin azaldılmasını göstərmək olar.

Katalizatorun və reaksiya girən maddələrin aqreqat halından asılı olaraq, kataliz homogen və heterogen olur. Əgər reaksiyaya girən maddələr və katalizator eyni aqreqat halındadırlarsa, onda kataliz ***homogen kataliz*** adlanır. Məsələn, duz məhlullarının iştirakı ilə hidrogen-peroksidin (H2O2) katalitik parçalanması (maye faza), kükürd 4-oksidin NO (azot-oksid(II)) iştirakında oksidləşməsi (qaz faza).

Əgər reaksiyaya girən maddələr və katalizator müxtəlif aqreqat halındadırlarsa, onda kataliz ***heterogen kataliz*** adlanır. Heterogen katalizdə adətən katalizator bərk halda, reaksiyaya girən maddələr isə maye və qaz halında olurlar. Məsələn, Pt iştirakı ilə (bərk faza) ammonyakın (NH3) (qaz faza) oksidləşməsi və ya MnO2 (manqan oksid(IV)) (bərk faza) iştirakı ilə hidrogen peroksidin (maye faza) parçalanması. Heterogen kataliz zamanı reaksiyalar katalizatorun səthində gedir. Lakin bu reaksiyalar katalizatorun bütün səthində deyil, əsasən onun səthində yerləşən aktiv mərkəzlərdə gedir.

Katalizatorların aktivliyinə **katalitik zəhərlər** və **promotorlar** təsir edir. Aktiv mərkəzlərdə adsorbsiya olunaraq və ya onunla kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olaraq, bərk katalizatorun aktivliyini azaldan və ya onu tamamilə passivləşdirən maddələr **– katalitik zəhər** adlanır. Məsələn, sürmənin, civənin, qurğuşunun birləşmələri, Pt katalizatorlarının aktivliyini asanlıqla yox edir. Belə hallarda katalizatorları regenerasiya edirlər, yəni onların ilkin aktivliyini bərpa edirlər.

Özləri katalizator olmayıb lakin katalizatorların aktivliyini artıran maddələr **promotor** adlanır. Məsələn, Pt platin katalizatoruna əlavə edilən dəmir və alüminium promotordur.

Bəzən reaksiyanın katalizatoru onun öz məhsulu olur. Belə hadisə **avtokataliz** adlanır. Məsələn, sulfat turşusunun iştirakında KMnO4 ilə oksalat turşusu oksidləşdirilərkən bu reaksiyanın məhsulu, həm də katalizatoru olan Mn2+ ionlarının miqdarı artdıqca reaksiyanın da sürəti artır.

5HOOC –COOH+2 KMnO4+3H2SO4=2MnSO4 + K2SO4+10CO2+8H2O

Biokimyəvi proseslərin katalizatorları zülali maddələr olan **fermentlərdir (enzimlər).** Fermentlər yüksək molekullu birləşmələr olub, homogen və heterogen katalizatorlar arasında aralıq mövqe tutaraq, yüksək seçicilik qabiliyyətinə malikdirlər. İnsan orqanizmində spesifik reaksiyaları kataliz edən on minlərlə «ferment» fəaliyyət göstərir. Enzimlər yunan dilindən tərcümədə «acıma» mənasını bildirir. İlk dəfə bu maddələri XVI əsrdə hollandiyalı alim Yan Baptist Van – Qelmont kəşf etmişdir. Həmin illərdə alim spirt qıcqırması ilə maraqlanırdı. Tədqiqatlar zamanı o, qıcqırma prosesini sürətləndirən naməlum maddələri müşaidə etdi və bu maddələri «fermentum» (tərcümədə-qıcqırma) adlandırdı.Üç əsr sonra fransız alimi Lui Paster yenə də qıcqırma prosesini müşahidə edərkən, belə nəticəyə gəldi ki, fermentlər canlı hüceyrələrin bir hissəsidirlər. Bir müddət sonra alman alimi Eduard Büxner mayadan ferment aldı və bu maddələrin canlı orqanizm olmadığını təyin etdi. O, hətta, bu maddələri «zimaza» adlandırdı. Bir neçə il sonra digər alman alimi Villi Kyune bütün zülal katalizatorları iki qrupa ayırmağı təklif etdi. Fermentlər və enzimlər. O, fermetləri – qıcqırma, enzimləri isə «acıma» kimi tərcümə etdi. Yalnız 1897-ci ildə bu elmi mübahisələrə son qoyuldu. Hər iki terminin sinonim sözlər olduqları qəbul edildi.

Adi katalizatordan fərqli olaraq, fermentlər reaksiyanın sürətini çox kəskin artırır (104-105dəfə). Fermentlərin spesifikliyi, onların yalnız konkret substratlar arasında gedən reaksiyanı sürətləndirmək qabiliyyətinə deyilir. Fermentin aktivliyini – onun molekulyar aktivlik anlayışı xarakterizə edir.

Fermentin molekulyar aktivliyi – bir ferment molekulunun 1 saniyədə çevirdiyi substrat molekullarının miqdarına deyilir. Məsələn, peptin fermentinin molekulyar aktivliyi 20 – yə, amilazanınkı 300-ə, katalazanınkı 100.000-ə, xolinesterazanınkı isə 300.000-ə çatır. Bununla yanaşı fermentativ reaksiyaların kinetikasını sürətləndirən bir – neçə parametrlər mövcuddur

1. **Substratın qatılığı.**
2. **Temperatur**
3. **Turşuluq**

**FERMENTATİV REAKSİYALARIN KİNETİKASI.**

Reaksiyanın sürəti təkcə temperaturdan asılı deyil, həm də reaksiyada hansı maddələrin iştirak etməsindən asılı olur. Katalizator adlanan belə maddələr kimyəvi reaksiyanın sürətini artırır, özləri isə reaksiyanın sonunda tərkibcə və miqdarca dəyişmir.

Canlı orqanizmlərdə baş verən biokimyəvi reaksiyaları xüsusi bioloji katalizatorlar sürətləndirir ki, onlara **fermentlər və ya enzimlər** deyilir. Fermentlərin yüksək aktivliyi və spesifikliyi hesabına canlı orqanizmdə müxtəlif növ mürəkkəb proseslər 37oC-də və 1 atm. təzyiqdə kifayət qədər yüksək sürətlə gedirlər.

Fermentlər xüsusi qrupa aid olan zülal birləşmələrindən ibarətdir. Kimyəvi quruluşuna görə onlar sadə və mürəkkəb olurlar. **Sadə fermentlər**in katalitik aktivliyi yalnız zülal molekulunun quruluşu ilə əlaqədardır. Mürəkkəb fermentlərdə isə aktivliyin yaranması üçün qeyri-zülali qrup-kofaktor lazımdır. Kofaktor rolunda metal ionu və ya mürəkkəb üzvi molekul ola bilər. Fermentin zülal hissəsi ilə möhkəm birləşən kofaktorlara adətən **prostetik qruplar,** zəif birləşənlərə isə **kofermentlər** deyilir.

Fermentin katalitik təsir mexanizmi onlarin reaksiyada iştirak edən birləşmşələrə-substrata qarşı yüksək spesifikliyi ilə əlaqədardır. Fermentativ reaksiyaların kinetikasını ilk dəfə 1913-cü ildə L.Mixaelis və M.Menten olmuşlar. Mixaelisin nəzəriyyəsinə görə ferment-substrat kompleksinin əmələ gəlməsi fermentativ reaksiyaların kinetikasının əsasında durur. Fermentativ reaksiyanın sürəti reaksiyaya daxil olan maddələrin-substratın və fermentin qatılığından asılıdır. Şəkildən göründüyü kimi fermentin qatılığı [F] artdıqca reaksiyanın sürəti də artır. Substratın qatılığı [S] artanda əvvəlcə reaksiyanın sürəti artır. Lakin [S] –in müəyyən qiymətindən sonra reaksiyanın sürəti substratın qatılığından asılı olmur, yənı substratın böyük qatılıqlarında reaksiyanın substrata görə tərtibi sıfır olur.



**Fermentativ reaksiyaların sürətinin substratin a və fermentlərin b qatılığından asılılıq əyriləri.**

Şəkildən göründüyü kimi fermentin qatılığı artdıqca, reaksiyanın sürəti xətti artır. Substratın qatılığından asılı olaraq reaksiyanın sürəti hiperbolik artaraq maksimal qiymət alır. Bu da fermentlərdə məhdud sayda aktiv mərkəz olduğunu göstərir və bu mərkəzlər substratla dolandan sonra reaksiyanın sürəti artıq dəyişmir.

Beləliklə substratın miqdarının çox olduğu şəraitdə reaksiyanın sürəti yalnız fermentin qatılığından asılı olur. Bunu əsas tutaraq, Mixailes və Menten fermentativ reaksiyaların kinetikasının ümumi nəzəriyyəsini işləyib hazırlamışlar. Fermentativ reaksiyanın kinetik tənliyini çıxarmaq üçün aşağıdakı sxem təklif olunur.

 k1 k3

F+S FS F+P

k2

Burada P-reaksiya məhsuludur.

 Substratın başlangıc qatılığı fermentin başlangıc qatılığından xeyli artıq olduğundan , qəbul etmək olar ki, . Fermentin isə ümumi miqdarını  ifadəsilə göstərmək olar. Burada -fermentin sərbəst qalan miqdarı,  - fermentin ferment – substrat kompleksində olan miqdarıdır.

 Ferment – substrat kompleksinin dissosiasiyasını dissosiasiya sabiti KS ilə xarakterizə etmək olar:



 Ferment – substrat kompleksinin parçalanma sürətini isə  kinetik tənliyi ilə göstərmək olar. Sonuncu iki tənliyi birləşdirərək alarıq.



 Bu Mixaelis – Menten tənliyi adlanır. KM sabiti Mixaelis sabiti adlanıb aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

