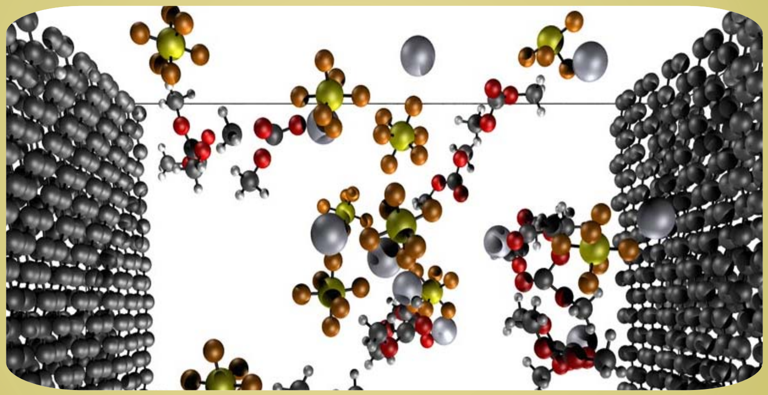
ننګرهــارساینس پوهنځی

فــزیکی کیمیا III

کیمیاوی کنتیک او کتلسس
کروماتوګرافی او اسپکتروسکوپی



پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند

۱۳۹۴

خرڅول منع دي

فزیکی کیمیا III
کیمیاوی کنتیک او کتلسس
کروماتوګرافی او اسپکتروسکوپی

Physical Chemistry III
Chemical Kinetics & Catalysis
Spectroscopy & Chromatography

پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند
۱۳۹۴

Nangarhar Science Faculty

Afghanic

Prof Dr Khair Mohammad Mamond

Physical Chemistry III

Chemical Kinetics & Catalysis
Spectroscopy & Chromatography

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

ISBN 978-9936-620-13-1
9 789936 620131

Not For Sale

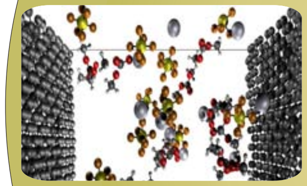
2015

فــزيکی کيميا III

کيمياوی کنتيک او کتلسس
کروماتوگرافی او اسپکتروسکوپی

پوهاند دوکتور خير محمد ماموند

Afghanic



Pashto PDF
2015

Nangarhar Science Faculty
ننگرهار ساينس پوهنځی

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

Physical Chemistry III

Chemical Kinetics & Catalysis
Spectroscopy & Chromatography

Prof Dr Khair Mohammad Mamond

Download: www.ecampus-afghanistan.org

بسم الله الرحمن الرحيم

فــزیکی کیمیا III

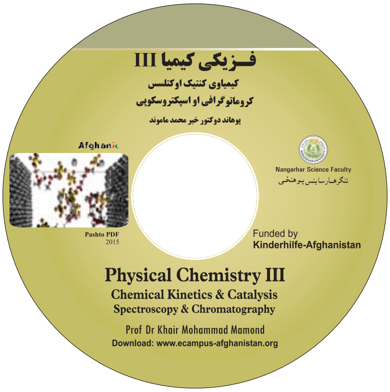
کیمیاوی کنتیک او کتلسس

کروماتوگرافی او اسپکتروسکوپی

دوهم چاپ

پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند

دغه کتاب په پی دی اف فورمت کی په مله سی دی کی هم لوستلی شی:



د کتاب نوم	فزیکی کیمیا III (کیمیاوی کنتیک او کتلسس کرو ماتو گرافی او اسپکترو سکوپی)
لیکوال	پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند
خپرندوی	ننگرهار ساینس پوهنځی
ویب پاڼه	www.nu.edu.af
چاپ شمېر	۱۰۰۰
د چاپ کال	۱۳۹۴، دوهم چاپ
ډاونلوډ	www.ecampus-afghanistan.org
د چاپ ځای	سهر مطبعه، کابل، افغانستان

د اکتاب د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کميټې په جرمني کې د Eroes کورنۍ یوې خيريه ټولنې لخوا تمويل شوی دی.
اداري او تخنيکي چارې يې پـه آلمان کې د افغانيک مـوسسې لخوا ترسره شوي دي.
د کتاب د محتوا او ليکنې مسؤليت د کتاب په ليکوال او اړونده پـوهنځی پوري اړه لری. مرسته کوونکي او تطبيق کوونکي ټولنې په دې اړه مسؤليت نه لري.

د تدريسي کتابونو د چاپولو لپاره له موږ سره اړيکه ونيسئ:
ډاکتر يحيی وردک، دلوړو زده کړو وزارت، کابل
تيليفون 0756014640
ايميل textbooks@afghanic.org

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي
ای اس بي ان: ISBN: 978 9936 620 131

د لوړو زده کړو وزارت پیغام

د بشر د تاریخ په مختلفو دورو کې کتاب د علم او پوهې په لاسته راوړلو، ساتلو او خپرولو کې ډیر مهم رول لوبولی دی. درسي کتاب د نصاب اساسي برخه جوړوي چې د زده کړې د کیفیت په لوړولو کې مهم ارزښت لري. له همدې امله د نړیوالو پیژندل شویو معیارونو، د وخت د غوښتنو او د ټولنې د اړتیاوو په نظر کې نیولو سره باید نوي درسي مواد او کتابونه د محصلینو لپاره برابر او چاپ شي.

له ښاغلو استادانو او لیکوالانو څخه د زړه له کومي مننه کوم چې دوامداره زیار یې ایستلی او د کلونو په اوږدو کې یې په خپلو اړوندو څانګو کې درسی کتابونه تألیف او ژباړلي دي، خپل ملي پور یې اداء کړی دی او د پوهې موتور یې په حرکت راوستی دی. له نورو ښاغلو استادانو او پوهانو څخه هم په درنښت غوښتنه کوم تر څو په خپلو اړوندو برخو کې نوي درسي کتابونه او درسي مواد برابر او چاپ کړی، چی له چاپ وروسته د ګرانو محصلینو په واک کې ورکړل شي او د زده کړو د کیفیت په لوړولو او د علمي پروسې په پرمختګ کې یې نېک ګام اخیستی وي.

د لوړو زده کړو وزارت دا خپله دنده بولي چې د ګرانو محصلینو د علمي سطحې د لوړولو لپاره د علومو په مختلفو رشتو کې معیاري او نوي درسی مواد برابر او چاپ کړي.

په پای کی د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې له رئیس ډاکتر ایروس او زموږ همکار ډاکتر یحیی وردګ څخه مننه کوم چې د کتابونو د خپرولو لپاره یې زمینه برابره کړېده.

هیله منده یم چې نوموړې ګټوره پروسه دوام وکړي او پراختیا ومومي تر څو په نیږدې راتلونکې کې د هر درسي مضمون لپاره لږ تر لږه یو معیاري درسي کتاب ولرو.

په درنښت

پوهنوال دوکتور فریده مومند

د لوړو زده کړو وزیره

کابل، ۱۳۹۴

د درسي کتابونو چاپول

قدرمنو استادانو او ګرانو محصلینو!

د افغانستان په پوهنتونونو کې د درسي کتابونو کموالی او نشتوالی له لویو ستونزو څخه ګڼل کېږي. یو زیات شمیر استادان او محصلین نوي معلوماتو ته لاس رسی نه لري، په زاړه میتود تدریس کوي او له هغو کتابونو او چپترونو څخه ګټه اخلي چې زاړه دي او په بازار کې په ټیټ کیفیت فوتوکاپي کېږي.

تراوسه پورې مونږ د ننګرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ او کاپیسا د طب پوهنځیو او کابل طبي پوهنتون لپاره ۱۷٦عنوانه مختلف طبي تدریسي کتابونه چاپ کړي دي، چې د هغوی له جملې څخه ۹۵ د DAAD او ۸۰ نور د kinderhilfe-Afghanistan په مالي مرسته چاپ شوي دي. د ننګرهار پوهنتون لپاره د ۲۰ نورو غیرطبي کتابونو د چاپ چارې روانې دي. د یادونې وړ ده چې نوموړي چاپ شوي کتابونه د هیواد ټولو طب پوهنځیو ته په وړیا توګه ویشل شوي دي.

هر څوک کولای شي ټول چاپ شوی طبي او غیر طبي کتابونه

د www.afghanistan-ecampus.org ویب پاڼې څخه ډاونلوډ کړي.

دا کړنې په داسې حال کې تر سره کېږي چـــې د افغانستان د لوړو زده کـــړو وزارت د (۲۰۱۰ ـ ۲۰۱۴) کلونو په ملي ستراتیژیک پلان کې راغلي دي چې:

" د لوړو زده کړو او د ښوونې د ښه کیفیت او زده کوونکو ته د نویو، کره او علمي معلوماتو د برابرولو لپاره اړینه ده چې په دري او پښتو ژبو د درسي کتابونو د لیکلو فرصت برابر شي د تعلیمي نصاب د ریفورم *لپاره له انګریزي ژبې څخه دري او پښتو ژبو ته د کتابونو او درسي موادو ژباړل اړین دي، له دې امکاناتو څخه پرته د پوهنتونونو محصلین او استادان نشي کولای عصري، نویو، تازه او کره معلوماتو ته لاس رسی پیدا کړي"* .

د لوړو زده کړو وزارت، پوهنتونونو، استادانو او محصلینو د غوښتنې په اساس موږ دا پروګرام غیر طبي برخو ته لکه ساینس، انجنیري، کرهڼې او نورو پوهنځیو ته هم وغځاوه، تر څو د مختلفو پوهنتونونو او پوهنځیو د اړتیا وړ کتابونه چاپ شي.

مونږ غواړو چې د درسي کتابونو په برابرولو سره د هیواد له پوهنتونو سره مرسته وکړو او د چپټر او لکچر نوټ دوران ته د پای ټکی کېږدو. د دې لپاره دا اړینه ده چې د لوړو زده کړو د موسساتو لپاره هر کال څه نا څه ۱۰۰ عنوانه درسي کتابونه چاپ شي.

له ټولو محترمو استادانو څخه هیله کوو، چې په خپلو مسلکي برخو کې نوي کتابونه ولیکي، وژباړي او یا هم خپل پخواني لیکل شوي کتابونه، لکچر نوټونه او

چپټرونه ایډیټ او د چاپ لپاره تیار کړي. زمونږ په واک کې یې راکړي، چې په ښه کیفیت چاپ او وروسته یې د اړوندې پوهنځۍ استادانو او محصلینو په واک کې ورکړو. همدارنګه د یادو شویو ټکو په اړوند خپل وړاندیزونه او نظریات له مونږ سره شریک کړي، تر څو په ګډه پدې برخه کې اغیزمن ګامونه پورته کړو.

د یادونې وړ ده چې د مولفینو او خپروونکو له خوا پوره زیار ایستل شوی دی، ترڅو د کتابونو محتویات د نړیوالو علمي معیارونو په اساس برابر شي، خو بیا هم کیدای شي د کتاب په محتوی کې ځینې تیروتنې او ستونزې ولیدل شي، نو له درنو لوستونکو څخه هیله مند یو تر څو خپل نظریات او نیوکې مولف او یا مونږ ته په لیکلې بڼه راولیږي، تر څو په راتلونکي چاپ کې اصلاح شي.

د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې او د هغې له مشر ډاکتر ایروس څخه ډېره مننه کوو چې د دغه کتاب د چاپ لګښت یې ورکړی دی. دوی په تیرو کلونو کې هم د ننګرهار د طب پوهنځي د ۸۰ عنوانه طبي کتابونو د چاپ لګښت پر غاړه درلود.

په ځانګړي توګه د جي آی زیت (GIZ) له دفتر او CIM) Center for International Migration & Development چې زما لپاره یې په تېرو پنځو کلونو کې په افغانستان کې د کار امکانات برابر کړی دي، هم د زړه له کومې مننه کوم.

د لوړو زده کړو وزیره پوهنوال دوکتور فریده مومند، علمي معین پوهنوال محمد عثمان بابري، مالي او اداري معین پوهنوال ډاکتر ګل حسن ولیزي، د ننګرهار پوهنتون سرپرست رییس پوهنوال ډاکتر محمد طاهر عنایت، د ننګرهار پوهنتون پوهنځیو رییسانو او استادانو څخه مننه کوم چې د کتابونو د چاپ لړۍ یې هڅولې او مرسته یې ورسره کړې ده. د دغه کتاب له مولف څخه ډېر منندوی یم او ستاینه یې کوم، چې خپل د کلونو کلونو زیار یې په وړیا توګه ګرانو محصلینو ته وړاندې کړ.

همدارنګه د دفتر له همکارانو هر یو حکمت الله عزیز، احمد فهیم حبیبي او فضل الرحیم څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ په برخه کې یې نه ستړې کیدونکې هلې ځلې کړې دي.

ډاکتر یحیی وردګ، د لوړو زده کړو وزارت سلاکار

کابل، جون ۲۰۱۵

د دفتر ټیلیفون: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ایمیل: textbooks@afghanic.org

لمړی فصل

عنوان	مخ
دکیمیاوی تعامل پر سرعت د غلظت اغیز	۹
د غیر رجعی تعاملونو کنتک	۱۷
مغلق تعاملونه	۴۹
دکیمیاوي تعامل پر سرعت د تودوخي اغیز	۵۸
د یو مالیکولي تعامل میخانیکیت	۸۳
ځنځیري تعاملونه	۸۸
دکیمیاوي تعامل پر سرعت د کتلست اغیز	۱۰۲

دویم فصل

سپکترو سکوپي او کروماتو گرافي

ماس سپکتروسکوپي	۱۲۵
دبور نظر یه او اتومي سپکترو سکوپي	۱۳۷
دمالیکول جوړښت او مالیکولي سپکترو سکوپي	۱۵۴
(IR)انفرا رد سپکترو سکوپي	۱۵۸
جذبي سپکترو سکوپي	۱۶۸
(NMR) سپکترو سکوپي	۱۸۱
کروماتو گرافي	۱۸۸

سریزه

د فزیکي کیمیا(۱۱۱) په نوم دي کتاب کي دکیمیا مهم بحثونه لکه کیمیاوي کنتک او کتلست ، سپکترو سکوپي (ماس سپکترو سکوپي اتومي سپکتروسکوپي ، ماليکولي سپکتروسکوپي - انفرا رد سپکتروسکوپي ، الکترو ني سپکتروسکوپي ، راديو سپکترو سکوبي NMR سپکتروسکوپي او کروماتو گرافي ځای شوي دي . پورتني بحثونو د معاصرې کیمیاوي تکنالوژی په پرمختګ کی ټاکونکي رول لوبولی دي . د کیمیاوي تکنالوژۍ د پروسو کنترول او لاربښونه دمړه شویو موجوداتو د فوصیلو د کیمیاوی ترکیب له مخې دنومړو موجوداتو دمړه کیدو دنیټی معلومول او دغرونو اونورو تارخي ابداتو دعمر اټکل د کیمیاوي کنتک د قوانینو په مرسته شوني دي. دکیمیاوي موادو داخلي جوړښت د سپکترو سکوپی په واسطه معلوموي او دکیمیاوي موادو په ګډوله کي د هر ډول مادې نوعیت او مقدار او همدارنګه د ګډولي د موادو يو له بله بیلونه د کروماتو ګرا فی د متو دونو په واسطه تر سره کیوي . هیله ده چې ګران لوستونکي ددې کتاب څخه ښه ګټه واخلي په درناوی

مؤ لف

لمړی فصل

کیمیاوي کنتک

Chemical kenetic

دکیمیاوي تعاملونودسرعت او میخانیکیت پیژندنه اوپه دې لړ کې د کیمیاوي تعاملونو پر سرعت د تعامل کونکو موادو د طبیعت ، غلظت ، تودوخې ، دسپرشني درجې ، اکریکاتي حالت ، انرژیکي حالت ، کتلست اونورو عواملو د اغیز د څرنګوالی څیړنه د کیمیاوي کنتک عمده بحثونه شمیرل کیږي . دکیمیاوي تعامل سرعت په تعامل کې د شاملو موادو له جملې څخه دیوې مادې دغلظت دتغیر له مخې د لاندې ریاضي افادې په واسطه حسابوي :

$$V = \pm \ dc / dt \qquad ..... \qquad (1\text{-}1)$$

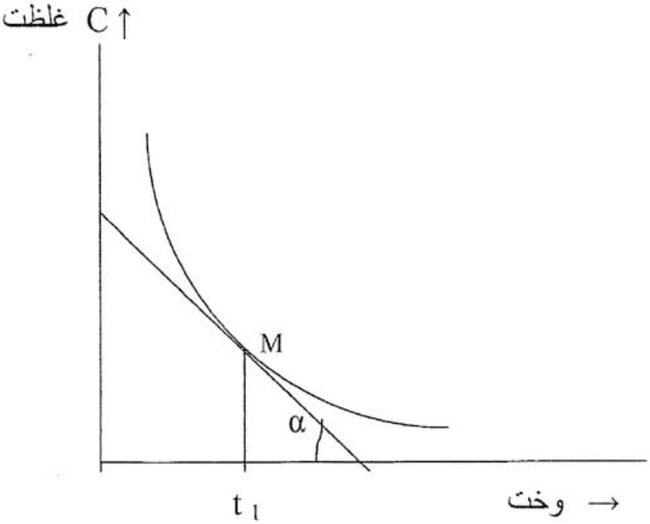
په پورتنی افاده کې V د کیمیاوي تعامل سرعت(mol/ L.Sec) dc، dt په اندازه وخت کې په تعامل کې د شاملو موادو له جملې څخه د یوې تاکلې مادې د غلظت تغیر ښیي .څرنګه چې د کیمیاوي تعامل سرعت مثبت (V>o) دی ، نو که د تعامل سرعت د تعامل کونکې مادې د غلظت د تغیر له مخې حسابیږي په دې صورت کې داچې تعامل کونکې مواد دتعامل په بهیر (دوخت په تیریدوسره) کې مصرفیږي (dc<o) دلته (1-1) افاده په لاندې بڼه لیکل کیږي .

$$V= - dc/dt$$

او که د تعامل سرعت دتعامل د حاصلاتو څخه دیوې مادې د غلظت د تغیر له مخې حسابیږي ، نو په دې صورت کې داچې (dc>o) دی نو (1-1) معادله په لاندې شکل لیکل کیږي

$$V = + dc / dt$$

په (1-1) شکل کي دتعامل په بهیر کي د تعامل کونکو موادو دغلظت تغیر (کمیدل) ښودل شوی دی چې د زمان په یوه کیفي لحظه (t_1) کي که د (c – t) د منحني د M په نقطه کي مماس رسم شي ، نو د t_1 په لحظه کي د دغه تعامل سرعت د($V=\pm\ dc / dt = tg\alpha$) سره مساوي کیږي .



(1-1) شکل
د وخت (t) د تیریدو په بهیر کي د
تعامل کونکي مادي د غلظت (c) تغیر

په عمل کي دکیمیاوي تعامل سرعت په دغه تعامل کي د شاملو موادو د ځینو ځانګړ تیاو (خواصو) د تغیرد اندزه کولو له مخي معلوموي . د کیمیاوي تعامل د سرعت د ځیرني ځیني لاري(متودونه) لاندي تشریح کیږي

۱-کیمیاوي تحلیل :

په دي متود کی دتعامل د موادو څخه د وخت په ټاکلي واټن کي نمونه اخلي او دوزن کولو یا تتر کولو او یاد نورو متودونوپه واسطه په دغه نمونه کي د ټاکلي کیمیاوي مادي د مقدار تغیر معلوموي .

دبیلګي په توګه لاندې یود هایدرولیز تعامل چې په محلول کې د القلي په موجودیت کې صورت مومي په پام کې نیسو

$$ClCH_2CO_2^- + OH^- \rightarrow HOCH_2CO_2^- + Cl^-$$

د تعامل کونکو موادود محلولونو د ګډولو وروسته د لس لس دقیقو په واټن کې د تعامل د موادو څخه (5cc) نمونه اخستل کیږي اود سړو اوبو یو بیکر کې اچول کیږي اود پاسه وربانديې یو یا دوه څاڅکي اندیکاتور علاوه کوي . لاس ته راغلی محلول د معلوم غلظت لرونکي رقیق تیزابي محلول په واسطه تتر کوي اوپه دې ترتیب د لس لس دقیقو په واټن کې په تعاملي سستم (محلول) کې د باقي پاتې قلوي مقدار (د قلوي د غلظت تغیر) یعنې د کیمیاوي تعامل سرعت معلوموي .

۲-کاندکتویتي متود :

په الکترولیتي محلولونو کې د کیمیاوي تعامل سرعت دکاندکتیویتي دمتود په واسطه څیړل کیدای شي . د بیلګې په توګه د القلي په واسطه د یو استر هایدرولیز په پام کې نیسو:

$$RCO_2Et + OH^- \rightarrow RCO_2^- + Et\,OH$$

دپورتني تعامل په بهیر کې په سستم(دتعامل په چاپیریال) کې د (OH^-) د ایونو غلظت په پرلپسې ډول کم او د (RCO_2^-) د ایونو غلظت په پرلپسې ډول زیاتیږي . داچې د (OH^-) د ایونو برقي هدایت د (RCO_2^-) دایونو دبرقي هدایت په پرتله زیات دی ،نو په سستم کې د (OH^-) د ایونو د کمید وسره د محلول برقي هدایت په پرلپسې ډول کمیږي اود سستم د برقي هدایت د تغیر (کمیدو) له مخې په ټاکلي وخت کې د پورتني تعامل سرعت معلوموي .

۳-پولاریمتري :

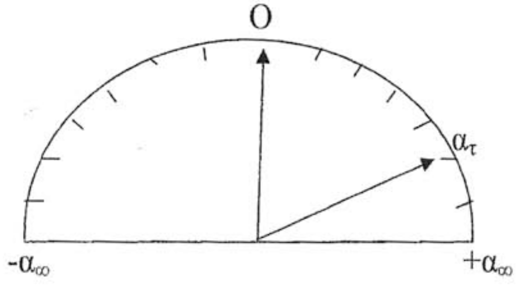
که په کیمیاوي تعامل کې د شاملو موادو له ډلې څخه یوه یا څو مادې اپتیکي فعالیت ولري ، نو په دی صورت کې د کیمیاوي تعامل سرعت د تعامل په بهیر

کي د اپتيکي فعالي مادي د غلظت د تغير له مخې معلوموي . د بيلګې په توګه په تيزابي چاپيريال کې د ګني د بورې هايدروليز په پام کې نيسو :

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

فرکتوز ګلوکوز اوبه سکروز

دلته ګلوکوز او سکروز د قطبي شوي نور د قطبيت سطحه ښي لاس ته په ترتيب سره $\alpha = +52.7$ او $\alpha=+66.5^{o}$ او فرکتوز د قطبي شوي نور د قطبيت سطحه کيڼ لاس ته په ($\alpha=-92.4^{o}$) اندازه ګرځوي . نو د ګني د بورې محلول (د سکروز محلول) د قطبي شوي نور د قطبيت سطحه ښي لاس ته ګرځوي . که د بورې په محلول کې د تيزاب د علاوه کولو دمخه (د تعامل د پيل د مخه) د بورې دمحلول په واسطه ښي لاس ته د قطبي شوي نور د قطبيت د سطحې د ګرځيدو زاويه په (α_0) وښودل شي ، نو د تعامل دپيل وروسته چې سکروز مصرفيږي او فرکتوز د تعامل په چاپيريال کې زياتيږي ، نو د (α) زاويه په پر ليسې ډول ډول کوچنۍ کيږي . د (α) د زاويې مثبت قيمتونه تر صفر پورې راکميږي اود فرکتوز د لا زياتيدو له کبله د (α) زاويه وروسته منفي قيمتونه اخلي . که د سکروز د هايدروليز په ختم کې د قطبي شوي نور د قطبيت د سطحې د دوران زاويه په (α_∞) وښودل شي ، نو α_∞ - α_0 د تعامل د پيل څخه د تعامل تر پای پورې د دوران د زاويې عددي قيمت ښيي (دلته د α_∞ عددي قيمت منفي قيمت لري)چې د سکروز د لمړني غلظت سره مستقيم تناسب لري (1-2 شکل).



(1-2 شکل)
د پولاريمتر مندرجه لوحه د قطبي شوي نورد قطبيت د سطحې ددوران زاويه ښيي .

که د تعامل د بهیر په یوه اختیاري لحظه (τ) کې ددوران زاویه په (α_τ) وښودل شي ، نو د (α_τ - α_∞) قیمت د (τ) په لحظه کې د باقي پاتې سکروز د غلظت سره مستقیم تناسب لري . اوس که د وخت په ټاکلیو واټنونو(مثلا لس لس دقیقو) کې د (α_0-α_τ) قیمتونه اندازه شي ، نو د (α_0 –α_τ / $\Delta\tau$) قیمتونه د هر لسو دقیقو د تیریدو وروسته د نوموړي تعامل سرعتونه ښيي .

۴-سپکترو فوتومتري :

په لاندې حالاتو کې د کیمیاوي تعامل سرعت د سپکترو فوتومتری د متود په واسطه څیړل کیږي .

الف-که دتعامل کونکو موادو څخه یوه ماده عادي رڼااو یا د(UV) وړانګې جذبوي اوپه تعامل کې شامل نورمواد دغه مونو کروما تیکې وړانګې نشي جذبولای

ب-که د تعامل د حاصلاتو څخه یوه ماده عادي رڼااو یاد (´UV) وړانګې جذبوي اوپه تعامل کې شامل نور مواد دغه وړانګې نشي جذبولای .

د لمړي حالت لپاره د بیلګې په توګه لاندې کیمیاوي تعامل په پام کې نیسو :

$$2MnO_4^- + 5C_2O_4H_2 + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{+2} + 10CO_2 + 8H_2O$$

د پورتنې تعامل د موادو له ډلې څخه یواځې د پرمنګنیت ایون د (λ=532nm) په ساحه کې اعظمي جذب (λ_{max}) لري اود سستم نور مواد دغه وړانګې نشي جذبولای . داچې په پورتنې تعامل کې د پرمنګنیت د ایون غلظت په پر لپسې ډول کمیږي ، نو د لامبرت بیر د معادلې په اساس د رڼا جذبونکې مادې د غلظت (C) د کمیدو سره د رڼا د جذب اندازه (A)هم په پرلپسې ډول کمیږي یعنې لیکو چې :

$$A = \log (I^o / I) = \varepsilon c \ell \qquad \dots (1-2)$$

په پورتنۍ افاده کې (I^0) – د امتحاني مادي محلول ته دراغليو وړانګو شدت ، (I) د محلول څخه د وتليو وړانګو شدت ، (c) د رڼا جذبونکې مادې غلظت ، (ℓ) په محلول کې د رڼا دلارې اوږد والی (د کيوت قطر) ، (ε) مولري جذب او(A) د رڼا د جذب اندازه ښيي .
که د يو کيمياوي تعامل په پيل کې د مونو کروماتيکو وړانګو د جذب اندازه (A) اوهم د (1-2) افادې له مخې په دغه محلول کې د اپتيکي فعاله مادې غلظت (c) معلوم شي اوبيا د ټاکلي وخت ($\Delta\tau$)د تيريدو وروسته د همدغه محلول د (A) اندازه اود هغې له مخې د (c) مقدار معلوم شي ، نو د ($V = \Delta c / \Delta\tau$) افادې څخه د تعامل سرعت معلوميږي او که په پرلپسې ډول د همدغه ($\Delta\tau$) وخت د تيريدو سره ددغه محلول د (A) اندازه اود (c) مقدار معلوم او (V) محاسبه شي ، نو دتعامل په بهير کې د وخت د تيريدو په بهير کې ددغه تعامل د سرعت تغير معلوميداى شي .
۵-بارومتري:
که په کيمياوي تعامل کې د شاملو موادو څخه يوه او يا څو مادې غازونه وي ، نو ددې ډول تعامل سرعت د اړوند سستم د فشار د تغير له مخې څيړل کيداى شي .
که يو تعامل په سرپټي لوښي (V=const) کې صورت مومي اود تعامل د موادو څخه يوائې يوه ماده غازوي ، نو په دې سستم کې د فشار تغير د غازي مادې د غلظت د تغير سره مستقيم تناسب لري .
الف-
که د تعامل کونکو موادو له ډلې څخه يوه ماده غاز وي ، نو د تعامل په بهير کې د سستم د فشار کميدل (V=const ، T=const) د تعامل کونکې غازي مادې د غلظت د کميدو سره مستقيم تناسب لري.
ب-
که د تعامل د حاصلاتو څخه يوه ماده غاز وي ،نو د تعامل په بهير کې د سستم د فشار لوړيدل (V=const ، T=const) د تعامل څخه د حاصل شوې غازي مادې د غلظت د زياتيدو سره مستقيم تناسب لري . اوپه دغه دواړوحالتونو کې په يو واحد وخت کې د سستم د فشار تغير ، په يو واحد وخت کې ددغې مشخصې مادې (غاز) د غلظت د تغير سره مستقيم تناسب لري . نو

ځکه په دا ډول سستمونو کې په یو واحد وخت کې د سستم د فشار د تغیر له مخې د کیمیاوي تعامل سرعت معلوموي.
که په یو کیمیاوي تعامل کې شاملې ځومادې د غاز حالت ولري ، نو په داسې سستم کې د تعامل په بهیر کې د سستم د عمومي فشار تغیر اندازه کوي او بیا دتعامل په کیمیاوي معادله کې د ستیکومتري ضریبونو په مرسته د هرغاز جزئي فشار حسابوي نو بیا کیدای شي چې د یوې مادې (د یوه غاز) د جزئي فشار د تغیر له مخې لکه چې پاس تشریح شول ، د کیمیاوي تعامل سرعت وڅیړل شي . دبیلګې په توګه لاندې کیمیاوي تعامل په پام کې نیسو:

$$2N_2O_5\,(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$$

د پورتنی کیمیاوي معادلې څخه ښکاري چې د هر مول غاز د تجزیه کیدو څخه نیم مول د اکسیجن غاز ، او دوه موله د نایتروجن ډای اکساید غاز لاس ته راځي . یعنې د تعامل په بهیر کې د سستم عمومي فشار په پرلپسې ډول زیاتیږي . که ددغه سستم لمړنۍ فشار (P_0) اود N_2O_5 د مالیکولونو لمړنۍ شمیر n وي ,که د یو ټاکلي وخته پورې د نایتروجن پنتااکساید د n مالیکولونو α برخه مالیکولونه تجزیه شي . ، نو ددغه مادې د باقي پاتې مالیکولونو شمیر $n - \alpha = n\,(1-\alpha)$ کیږي . اود تعامل د معادلې څخه معلومیږي چې که د N_2O_5 د nمالیکولونو څخه αn مالیکولونه تجزیه شي ، نو دهغې څخه د (2αn) په شمیر د NO_2 مالیکولونه اود (½ αn) په شمیر د O_2 مالیکولونه لاس ته راځي .یعنې لیکو چې :

$$\begin{array}{lcl} N_2O_5(g) & \rightarrow & 2NO_2(g) + 1/2O_2(g) \qquad (1\text{-}1) \\ n-\alpha\, n & \rightarrow & 2\alpha\, n + \tfrac{1}{2}\alpha\, n \end{array}$$

چې په دې لحظه کې د تعامل په سستم کې د ټولو مالیکولونو شمیر مساوي کیږي :

$$(n - \alpha\, n) + (2\alpha\, n) + (\tfrac{1}{2}\alpha\, n) = n\,(1 - \alpha + 2\alpha + \tfrac{1}{2}\alpha) =$$

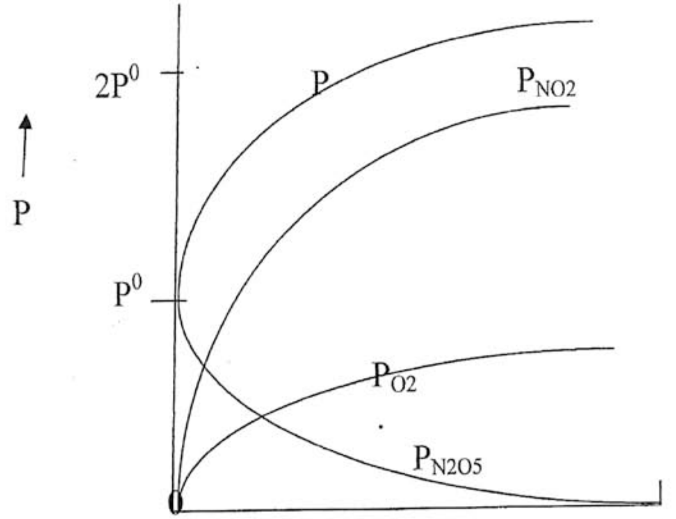
$$= n\,(1 + 3/2\,\alpha)$$

د $V = const$ او $T = const$ په شرایطو کې د یو سستم په داخل کې عمومي فشار په هغه سستم کې د غاز د مالیکولونو د شمیر سره مستقیم تناسب لري . که د تعامل دپیل دمخه د (α) قیمت ($\alpha = 0$) اود سستم عمومي فشار ($P = P_0$) وي . دتعامل د پیل کیدو وروسته په یوه تاکلي لحظه کې د سستم عمومي فشار مساوي کيږي :

$$P = \left(1 + \frac{3}{2}\alpha\right) P_0 \ , \ \alpha = 2/3 \left(\frac{P}{P_0} - 1\right) \ldots (1\text{-}3)$$

کله چې تعامل ختم شي ($\alpha = 1$) دغه وخت د سستم عمومي فشار

($5/2P_0$) کيږي (۳-۱ شکل).



(۳-۱)شکل

د (1 - 1) تعامل په بهیر کې په دغه تعامل کې د شاملو موادو د جزئي فشارونو اود سستم د عمومي فشار تغیر .

که د N_2O_5 دغاز لمړنی مقدار رامعلوم وي ،نو د لاندي جدول

تول	O_2	NO_2	N_2O_5	غاز
$(1+3/2)\,n$	$\frac{1}{2}\alpha\, n$	$2\alpha\, n$	$(1-\alpha)\, n$	د ماليکولو شمير

په مرسته په سستم کې د N_2O_5 ، NO_2 او O_2 مقدارونه حسابيدای شي

دکيمياوي تعامل پر سرعت د ځينو عواملو آغيز

۱ -د کيمياوي تعامل پر سرعت د تعامل کونکومو ادو د طبيعت آغيز

د کيمياوي تعامل په بهير کي د تعامل کونکو موادو په ماليکولونو کې د اتومونوتر منځ کيمياوي اړيکې شليږي اود دغه اتومونو (ايونونو)تر منځ نوی جوړښتي نظم اونوي کيمياوي اړيکي جوړيږي . چې په پايله کې د تعامل کونکو موادو څخه نوي مواد (د تعامل حاصلات) منځ ته راځي . د آزادو اتومونو او ايونونو تر منځ کيمياوي تعامل نسبتاً اسان او ژر صورت مومي . د بيلګي په توګه د تيزاب او قلوي محلولونه چي د H^+ او OH^- آزاد ايونونه لري په خپل منځ کې ډير ژر تعامل کوي

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O \qquad \Delta H < 0$$

د غير عضوي موادو تر منځ کيمياوي تعامل د عضوي موادو تر منځ د کيمياوي تعامل په پرتله اکثره ژر صورت مومي داځکه چې غير عضوي مواد اکثره قطبي يا ايوني مواد دي ، دلته مخالف العلامه قطب لرونکي ذرات په خپل منځ کې اوهم مختلف چارج لرونکي ايونونه په خپل منځ کې ډير ژريو بل جذبوي او کيمياوي تعامل چټک صورت مومي . خوعضوي مواد چې په ماليکولونوکې يې د اتومونو تر منځ اکثره کو ولانسي اړيکي دي او کو ولانسي اړيکې د بين الماليکولي قواو په پر تله قوي دي. دلته په ماليکولو کې د اتومو ترمنځ د کيمياوي اړيکو د شليدولپاره اضافي انرژی او وخت ضرور دی ،نو

ځکه د عضوي موادو تر منځ کیمیاوي تعامل ورو صورت مومي . پس لیدل کیږي چې د کیمیاوي تعامل سرعت تر ټولو دمخه د تعامل کونکو موادو په طبیعت پورې اړه لري .

۲-د کیمیاوي تعامل پرسرعت د تعامل کونکو موادو د دسپرشني درجې آغیز :

د کیمیاوي موادو تر منځ کیمیاوي تعامل هغه وخت پیل کیږي چې ددغه موادوذرې په خپل منځ کې په تماس(ټکر) کې راشي . هرڅومره چې تعامل کونکي مواد ډیر میده (په کوچنیو ذرو تقسیم) شي په همغه اندول د تعامل کونکو ذرو تر منځ د تماس سطحه پراخه اوپه لږ وخت کې ډیرې ذرې په خپل منځ کې ټکر (تعامل) کولای شي . دبیلګې په توګه که یو پیړ لرګی ته اور واچول شي ، نو هغه ورو ورو سوځي او که ددغه لرګي څخه نرۍ تیلکې جوړې شي او بیا اور ورواچول شي ، نو دغه لرګی ډیر ژر (په لږ وخت کې) سوځي. که د جوارو دانه د اور پر لمبه ونیول شي ، نو هغه ورو ورو سوځي او سکورګرځي . خو که د جوار دغه دانه میده وړه او په هوا کې وپاشل شي اوبیا اور ورواچول شي ،نودغه وړه ټول یوځل اور اخلي او انفلاق منځ ته راوړي . که ډیوې ته اور واچول شي ، نو د ډیوې تیل ورو ورو سوځي او رڼا کوي . که همدغه تیل هوا ته وپاشل شي او بیا اور ورواچول شي ،نو د تیلو دغه کوچنی قطرې (ذرې) په یو ځل اور اخلي او انفلاق منځ ته راوړي .
په پورتنیو مثالونو کې د سون مواد د هوا د اکسیجن سره تعامل کوي . هر څومره چې د سون مواد په کوچنیو ذرو تقسم شي ، نوپه عین وخت کې ډیرې ذرې د هوا د اکسیجن سره په تماس کې وي او کله چې دغه موادو ته اور ورواچول شي ،نو دغه ټولې ذرې یو ځل اور اخلي اود سوزیدو تعامل ژرصورت مومي .

۳-دتعامل کونکو موادو انرژیکي حالت :
باید وویل شي چې د کیمیاوي موادو د ذرو تر منځ هغه وخت کیمیاوي تعامل پیل کیږي چې دغه ذرې په خپل منځ کې په تماس(ټکر) کې راشي . ولې څرګنده ده د تعامل کونکو موادو د ذرو تر منځ هرټکر د کیمیاوي تعامل د پیل

کیدو سبب نه گرځي . بلکي ددغه ذرو تر منځ فعال ټکرونه د تعامل دپیل کیدو سبب گرځي . د تعامل کونکو موادو د ذرو تر منځ فعال ټکرونه هغه دي چي ټکر کونکي ذري د تعامل د پیل کیدو لپاره کافي انرژي ولري . دغه انرژي چي تعامل کونکي ذري یي باید ولري تر څو دهغو تر منځ کیمیاوي تعامل پیل شي د تعامل د پیل کولو (د تعامل د فعاله کولو) د انرژئ په نوم یاده او په Ea ښودل کیږي (۶۷ مخ وګورئ)

د بیلګي په توګه لرګی ، تیل اود هایدروجن غاز په هوا کي په خپل سر اور نه اخلي ، خو کله چي دغه موادو ته په هوا کي د اور لمبه ورنژدې شي ، نو نوموړي مواد اور اخلي (دهوا د اکسیجن سره یي تعامل پیل کیږي) . دکیمیاوي تعامل لپاره د تعامل کونکو موادو ذرې په لاندې لارو فعاله کیدای شي .

الف-د تودوخي په واسطه : د تودوخي په واسطه د تعامل کونکو ذرو کنتیکي انرژي زیاتیږي او ذرې د تعامل لپاره فعاله کیږي . د اور د لمبې په واسطه په هوا کي دسون د موادو سوځیدل ، د تودوخي په واسطه دتعامل کونکو ذرو دفعالولو ښه مثال دی .

ب-دتعامل کونکو موادو د ذرو (اتومونو ، مالیکولونو) را پارول :
د الکترو مقناطیسي انرژئ اود انرژئ د نورو ډولونو تر آغیز لاندې د تعامل کونکو موادو په مالیکولونو کي ولانسي الکترونونه د ټیټي انرژیکي سویي څخه لوړې انرژیکي سویي ته ټوپ وهي او همدارنګه د مالیکولونو په داخل کي د اتومونو اهتزازي حرکتونه شدت مومي چي په دې توګه مالیکولونه د کیمیاوي تعامل لپاره راپاریږي (تحریک کیږي) ، چي دا راپاریدلي مالیکولونه په اسانئ سره اوپه لږ وخت کي په خپل منځ کي تعامل کوي .

ج-د آزادو اتومو او راډ یکالونو جوړیدل : آزاد راډ یکالونه او اتومونه ډیر لنډ عمر لري او ژر دنورو موادو سره تعامل کوي . کیمیاوي مواد دتودوخي او هم د لوړې انرژئ لرونکو وړانګو تر آغیز لاندې ټوټي کیږي آزاد اتومونه او راډیکالونه ترې لاس ته راځي .

د- دازادو ایونو جوړیدل : آزاد ایونونه خورافعاله ذرې دي چي ډیر ژر تعامل کوي . الکترولیتي مواد په قطبي محللولونو کي ټوټي کیږي او آزاد ایونونه ترې لاس ته راځي . ځیني الکترولیتي مواد په قطبي محللونوکي ژر ټوټي کیږي او

آزاد ایونونه تري لاس ته راځي . ځيني کيمياوي مواد (لکه غازونه) د لوړې فريکونسي لرونکو مقناطيسي وړانګو تر آغيز لاندې هم په ايونو اوړي .
هـ-د جاذب پر مخ د موادو فعاله کول : د جاذب موادو پر مخ د تعامل کونکو موادو د جذبيدو پر وخت د جاذب د ماليکولونو تر آغيز لاندې د تعامل کونکو ذرو د ماليکولونو په داخل کې د اتومونو تر منځ کيمياوي اړيکې سستيږي او په دې توګه تعامل کونکي ماليکولونه تغيرته چمتو (فعاله) کيږي او په اسانۍ او ژر تعامل کوي .دا پيښه په نا متجانسه کتلستي تعاملونو کې لوی رول لوبوي .

۴-د کيمياوي تعامل پر سرعت د تعامل کونکو موادو د غلظت آغيز:

د کتلې د آغيز د قانون (د ګولډ برګ – واګه د قانون) له مخې د تودوخې په ثابته درجه کې د کيمياوي تعامل سرعت د تعامل کونکو موادو د کتلو (د تعامل کونکو موادو د غلظتونو) د ضرب د حاصل سره مستقيم تناسب لري . که کيمياوي تعامل په لاندې بڼه په پام کې ونيول شي :

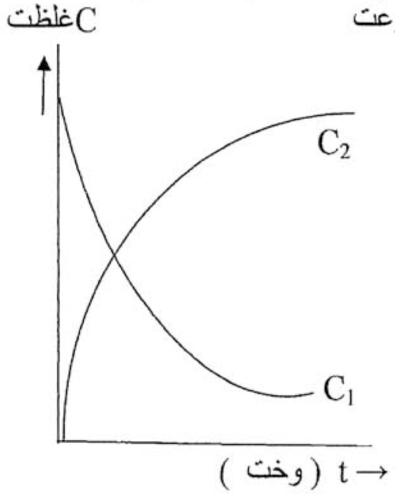
$$aA + bB \rightarrow rR + dD$$

نو د کتلې د عمل د قانون له مخې ددغه تعامل سرعت مساوي کيږي :

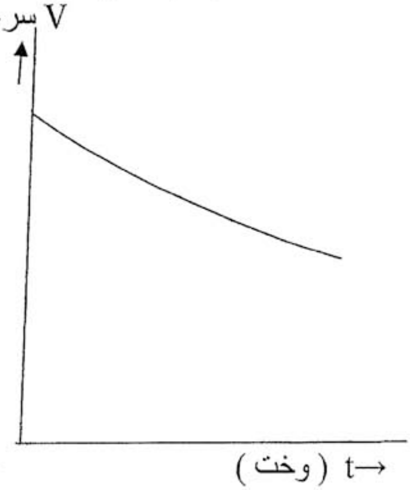
$$V = k\, C^{a}_{A}\ .\ \ C^{b}_{B} \qquad (1\text{-}4)$$

په (4-1)معادله کې a اوb په پورتنۍ کيمياوي معادله کې د A اوBموادو ستيکو متريک ضريبونه ، C_A او C_Bد A او B موادو غلظتونه ، V – د کيمياوي تعامل سرعت او k – د کيمياوي تعامل د سرعت د ثابت په نوم ياديږي . که د تعامل کونکو موادو غلظتونه يو مول في ليتر(1= $C_A = C_B$) وي ، نو په دې شرايطو کې (۴-۱) معادله د (V= k) شکل غوره کوي ، له همدې کبله k دکيمياوي تعامل د مخصوص سرعت په نوم هم يادوي . دتودوخې په ټاکلې درجه کې د هرکيمياوي تعامل k ټاکلی قيمت لري . داچې د کيمياوي تعامل په بهير کې تعامل کونکي مواد مصرف او غلظت يې په پرلپسې ډول

کمیږي (اود تعامل د حاصلاتو غلظت په پرلپسي ډول زیاتیږي) ، نو ځکه د غیر رجعي تعاملونو سرعت د وخت د تیریدو سره په پرلپسي ډول کمیږي . د غیر رجعي تعامل په بهیر کې د تعامل کونکو موادو د غلظت اود کیمیاوي تعامل د سرعت تغیر په (۴-۱) او (۵-۱) شکلونو کې ښودل شوی دی .



(۵-۱) شکل
دکیمیاوي تعامل په بهیر کې د تعامل کونکو موادو د غلظت (c_1) اود تعامل دحاصلاتو د غلظت (c_2) تغیر



(۴-۱)شکل
د تعامل په بهیر کې د تعامل دسرعت (V)تغیر

د کیمیاوي تعاملونو ویش :

کیمیاوي تعاملونه د مالیکولیتوب او درجې له مخې په ګروپونو ویشي. داچې د تعامل په هر ساده (ابتدایي)عمل کې څوذرې (څومالیکولونه) ونډه لري ، کیمیاوي تعاملونه د یو مالیکولي ، دوه مالیکولي ، درې مالیکولي او نورو په نومونو یادیږي . اکثره کیمیاوي تعاملونه دوه مالیکولي دي . دنومړو کیمیاوي تعاملونو مثالونه لاندې ورکړل شوي دي .

$I_2 \rightarrow 2I$ -یو مالیکولي کیمیاوي تعاملونه

$$\begin{array}{c} CH_2 \\ / \quad \backslash \\ CH_2 - CH_2 \end{array} \rightarrow CH_3\text{-}CH{=}CH$$

$2HI \rightarrow H_2 + I_2$ - دوه مالیکولي کیمیاوي تعامل

$2NO + H_2O \rightarrow N_2O + H_2O$ - درې مالیکولي تعامل

باید وویل شي چې د درې او تر درې څخه زیاتو ذرو همزمان په خپل منځ کې ټکر ډیر کم احتمال لري ، نو ځکه درې مالیکولي او ترهغې زیات مالیکولي تعاملونو احتمال ډیر کم دی . که څه هم په کیمیاوي معادلو کې څو مالیکولونه په خپل منځ کې د تعامل په حال کې لیکل کیږي ، خو دغه ټول مالیکولونه په خپل منځ کې همزمان یو ځل تعامل نه کوي بلکې دغه مالیکولونه په څو مرحلو کې سره یو ځای کیږي اود تعامل حاصلات منځ ته راوړي .

دکیمیاوي تعاملونو ویش د درجې له مخې : د کیمیاوي تعامل د درجې پیژندل عملي ارزښت لري . د کیمیاوي تعامل درجه ددغه تعامل پر سرعت د تعامل کونکو موادو د غلظت د آغیز له مخې ټاکل کیږي . دکتلې د عمل دقانون معادله (۴-۱) په پام کې نیسو : په کیمیاوي تعامل کې د شاملو تعامل کونکو موادو له ډلې څخه دیوې مادې په نسبت ددغه تعامل درجه په (۴-۱) معادله کې ددغې مادې د غلظت د طاقت سره مساوي کیږي . اود تعامل عمومي درجه په (۴-۱) معادله کې د ټولو تعامل کونکو موادو د غلظتونو د طاقتونو د مجموعې سره مساوي کیږي . د بیلګې په توګه دکیمیاوي تعامل عمومي بڼه په لاندې ډول په پام کې نیسو:

$$aA + bB \rightarrow rR + dD$$

$$V = k\,[A]^a\,[B]^b$$

دلته د A مادي په نسبت د پورتني تعامل درجه (a) اود B مادي په نسبت ددغه تعامل درجه (b) ده . اود پورتني تعامل عمومي درجه n ($n= a + b$) کيږي . بايد وويل شي چې د يو کيمياوي تعامل عمومي درجه هميشه د يو کيمياوي تعامل په کيمياوي معادله کې د تعامل کونکو موادو د ستيکومترک ضريبونو د مجموعې سره نه مساوي کيږي او له همدې ځايه د يوکيمياوي تعامل د ماليکوليتوب اود هغه ددرجې توپير پيژندل کيږي . د بيلګې په توګه لاندې کيمياوي تعامل په پام کې نيسو :

$$CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + C_2H_5OH$$

پورتنی تعامل دوه ماليکولي دی . که چيرې اوبه او استر په معادل مقدارونو سره يو ځای شوي وي ، نو ددغه تعامل درجه هم دوه ده اوکه يوه ماده (مثلا د اوبو مقدار د استر په پر تله)ډيره زياته وي اود تعامل په بهير کې د اوبو مصرف کيدل د تعامل پر سرعت آغيز ونه کړي او يوازې د استر د غلظت د کميدو سره د تعامل سرعت تغير وکړي (کم شي) ، نو په دې شرايطو کې په (۴-۱) معادله کې د اوبو د غلظت څخه صرف نظر کيږي اود تعامل درجه يوازې د استر د غلظت د طاقت له مخې ($n = 1$) حسابيږي . دلمړۍ درجې کيمياوي تعامل کنتيکي معادله په لاندې ډول ليکل کيږي

$$V = k_1c^1 \qquad (1-5)$$

لاندې د دويمې درجې کيمياوي تعامل بيلګې ورکړل شوې دي :

$$CH_3Br + KOH \rightarrow CH_3OH + KBr$$

$$CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + C_2H_5OH$$

د دويمې درجې کيمياوي تعاملونو کنتيکي معادله په لادې شکل ليکل کيږي :

$$V= k_{11}\ c_1^1\ c_2^1 \qquad \ldots\ldots\ldots \quad (1-6)$$

$$n = 1 + 1 = 2$$

که د دواړو تعامل کونکو مادو غلظتونه یوشی ($c_1 = c_2$) وي نو په دې شرایطو کې (۶-۱) معادله په لاندې شکل لیکل کیږي :

$$V = k_{11} \; C^2 \qquad (1\text{-}7)$$

د دریمې درجې کیمیاوي تعامل کنتیکي معادله په لاندې مثال کې وګورئ .

$$Cl_2 + 2NO \rightarrow 2\,NOCl$$

$$V = k_{111} \; C^1_{Cl2} \, . \, C^2_{NO} \qquad (1\text{-}8)$$

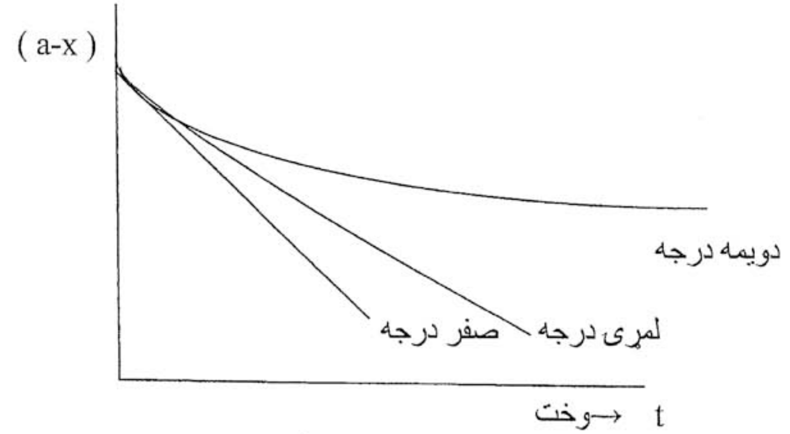
اوکه د کلورین او نایتروجن مونو اکساید لمړني غلظتونه یو شی وي ، $(c_1 = c_2)$ ، نو (8-1) معادله لاندې شکل غوره کوي :

$$V = k_{111} \, . \, c^3 \quad \ldots\ldots \quad (1\text{-}8)^{'}$$

هغه کیمیاوي تعامل چې سرعت یې ثابت وي (د تعامل په بهیر کې د تعامل کونکو موادو غلظت په خطي ډول کمیږي)د صفر درجې تعامل په نوم یادیږي چې کنتیکي معادله یې په لاندې ډول ده.

$$V = k_0 \, . \, c^0 = k \qquad \ldots\ldots \quad (1\text{-}9)$$

په (۶-۱) شکل کې د کیمیاوي تعامل په بهیر کې د صفر درجې ، لمړی درجې او دویمې درجې کیمیاوي تعاملونو کې د تعامل کونکو موادو د غلظت او وخت ارتباط ښودل شوی دی .



شکل (1-6)
د مختلفو درجو په تعاملونو کې دتعامل کونکوموادو دغلظت(a-x)
اووخت (t) ارتباط .

په دري واړو تعاملونو کې د تعامل کونکو موادو لمړني غلظتونه اود تعامل په پیل کې سرعتونه یوشی دي . دلته a – د تعامل کونکې مادې لمړنی غلظت او a -x د t په وخت کې د تعامل کونکې مادې د غلظت کمیدل ښیي .

د غیر رجعي تعاملونو کنتک :

که څه هم ټول کیمیاوي تعاملونه لږ او ډیر رجعي دي ، خو هغه کیمیاوي تعاملونه چې د کیمیاوي تعادل په لحظه کې د تعامل څخه د حاصل شویو موادو غلظت پکې د لمړنیو موادو د غلظت په پرتله ډیر زیات وي ، دغیر رجعي تعاملونو په ډله کې راځي . ځینې غیر رجعي تعاملونه د خارجي شرایطو د تغیر سره په غیر رجعي تعاملونو اوړي . د بیلګې په توګه لاندې رجعي تعامل په پام کې نیسو:

$$C_2H_5OH \leftrightarrow C_2H_4 + H_2O$$

که د تعاملي سستم د تودوخې درجه ($300 - 400\ C^0$) شي ، نو دغه تعامل په غیر رجعي تعامل اوړي .

د لمړی درجې غیر رجعي تعاملونو کنتک : لاندې کیمیاوي تعاملونه دغیر رجعي تعاملونو په ډله کې راځي

$$CH_3N_2CH_3 \rightarrow C_2H_6 + N_2$$

$$CH_3OCH_3 \rightarrow CH_4 + H_2 + CO$$

که دیوی کیمیاوي مادي د تجزیه کیدو تعامل غیر رجعي او لمړی درجه کیمیاوي تعامل وي. اوس که د تعامل په پیل $(t=0)$ کي ددغه مادي غلظت c^0 (mol / L) وي او د t په اندازه وخت کي د هغیxموله تجزیه شي اود دغه مادي باقي پاتي غلظت په c وښودل شي نو لیکو چي :

$$c = c^0 - x$$

اوس د لمړی درجي کیمیاوي تعاملونو کنتیکي معادله (۶-۱) په پام کي نیسو او لیکو :

$$-dc / dt = k_1 c$$

$$-dc / c = k_1 . dt$$

$$-\int_{c^0}^{c} dc / c = k_1 \int_{0}^{t} dt$$

$$-(\ln c - \ln c^0) = k_1 t$$

$$\ln c^0 - \ln c = k_1 t$$

$$\ln(c^0 / c) = k_1 t$$

$$k_1 = (1/t) \ln(c^0 / c)$$

$$k_1 = (1/t) \ln(c^0 / c - x) \qquad (1\text{-}10)$$

(10 – 1) معادله د لمړی درجې کیمیاوي تعاملونو د کنتیکي معادلي په نوم یادیږي . ددغې معادلې څخه معلومیږي چې د لمړی درجې کیمیاوي تعامل د سرعت د ثابت واحد زمان په طاقت د منفي یو دی .

د لمړی درجې تعامل د سرعت د ثابت (k_1) عددي قیمت معلومول :

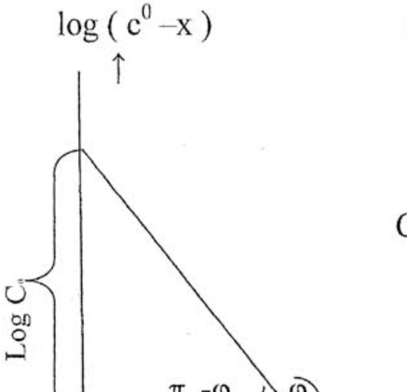
(1-10) معادله په پام کې نیسو او لیکو:

$$k_1 = (2, 303 / t) (\log c^0 - \log c)$$

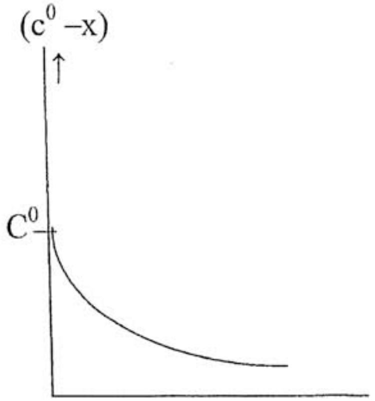
$$\log c = - k_1 t / 2,303 + \log c^0$$

$$\log(c^0 - x) = - k_1 t / 2,303 + \log c^0 \qquad (1\text{-}11)$$

د (۱۱-۱) معادلې څخه ښکاري چې $\log (c^0 - x)$ د t سره خطي اړیکه لري . پس که د تجزیه کیدونکي مادې غلظت د وخت په تاکلیو واټنو کې اندازه شي او بیاد $\log(c^0 - x) = f(t)$ گراف رسم شي که د څیړنې لاندې کیمیاوي تعامل لمړی درجه تعامل وي نو د(۸-۱)شکل په څیر مستقیم خط باید راشي .



شکل(1 -8)



شکل (1-7)

چې ددغې ګراف له مخې د اړوند لمړي درجه تعامل د سرعت ثابت په لاندې ډول حسابوي :

$$k_1 = 2,303 \ tg\ (\pi - \varphi) \ \ldots\ldots\ldots \quad (1\text{-}12)$$

د لمړۍ درجې کیمیاوي تعاملونو یوه مهمه ځانګړتیا داده چې د تجزیه کیدونکي (اولیه) مادې د نیمایي تجزیه کیدو وخت ټاکلی قیمت لري او دغه وخت د اولیه موادو په مقدار(غلظت) پورې اړه نلري . د لمړۍ درجې تعاملونو دا ځانګړتیا د(۱- ۱۰-)معادلې څخه په لاندې ډول لاس ته راځي .
که د تجزیه کیدونکي مادې د نیمایي تجزیه کیدو وخت په τ_1 وښودل شي اوپه (۱ – ۱۰) معادله کې د t پر ځای τ_1 وضع شي ،نو لیکو چې :

$$\tau_1 = \ (2,303 / k_1)\ \log\ (c^0 \ / \ c^0 - x) \ \ldots\ldots \ (1 - 13)$$

داچې د τ_1 په وخت کې ($x = c^0 / 2$) کیږي ، نو دا قیمت په آخري معادله کې وضع کوو او لیکو :

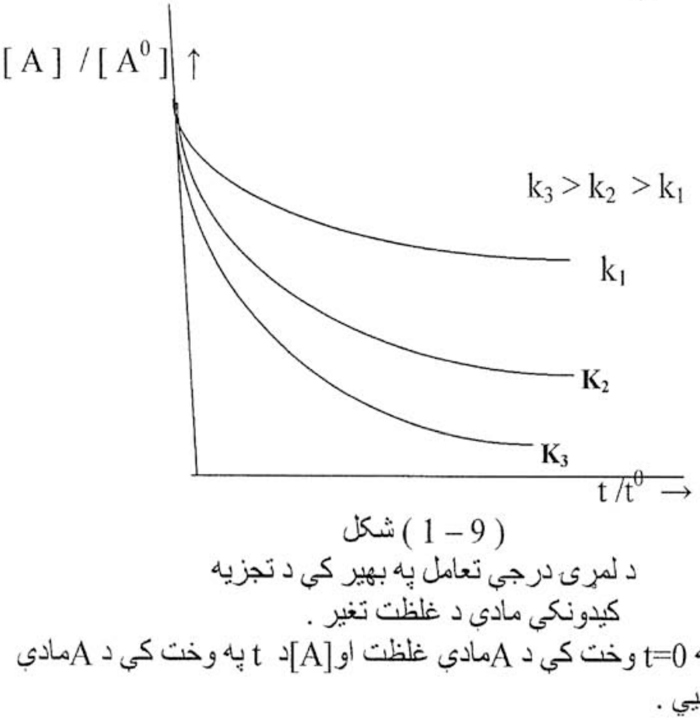
$$\tau_1 = (\ 2,303 / k_1)\ \log\left(\frac{c^0}{c^0 - c^0/2} \right)$$

$$\tau_1 = \ (2,303 / k_1)\ \log 2 \ = \ (2,303\ .\ 0,301 \ / \ k_1)$$

$$\tau_1 = (\ 0,639 / k_1) \qquad \ldots\ldots\ldots \qquad (1\text{-}14)$$

داچې د k_1 قیمت د هر لمړۍ درجه کیمیاوي تعامل لپاره ثابت او دتودوخې په ټاکلې درجه کې ټاکلی قیمت لري ،نو د (۱۴-۱) معادلې څخه معلومیږي چې دτ_1 قیمت د لمړۍ درجه کیمیاوي تعامل لپاره ثابت دی اود تعامل کونکي مادې په غلظت(مقدار) پورې اړه نه لري . که د دا ډول موادو د نیمایي تجزیه کیدو وخت عملاً اندازه شي ، نو د (۱- ۱۴) معادلې له مخې ددغه تعامل د سرعت

ثابت حسابولای شو . او که د لمړی درجه کیمیاوي تعامل د سرعت ثابت را معلوم وي ، نو د (14-1) معادلې له مخې ددغه تعامل د موادو د نیمایي تجزیه کیدو وخت حسابولای شو . هر څومره چې د یو لمړی درجه کیمیاوي تعامل د سرعت د ثابت عددي قیمت زیات وي ، په همغه اندول دغه تعامل ژر ختمیږي . (۱-۹ شکل)



(1 – 9) شکل
د لمړی درجې تعامل په بهیر کې د تجزیه
کیدونکې مادې د غلظت تغیر .

$[A^0]$- په t=0 وخت کې د Aمادې غلظت او$[A]$د t په وخت کې د Aمادې غلظت ښيي .

مثالونه

1-1 : د گنې بوره (سکروز) په تیزابي چاپیریال کې هایدرولیز کیږي ، گلوکوز او فرکتوز تری لاس ته راځي :

$$\underset{\text{سکروز}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \rightarrow \underset{\text{گلوکوز}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{فرکتوز}}{C_6H_{12}O_{11}}$$

د بوري محلول د قطبي شوي نور د قطبيت سطحه ښي لاس او فركتوز د قطبي شوي نور دقطبيت سطحه كيڼ لاس ته ګرځوي چې د دوران زاويه (α) په چاپيريال (محلول) كې د نوموړو موادو د غلظت سره مستقيم تناسب لري . د ګني دبورې په محلول كې د اوبو مقدار زيات(محلول ډير رقيق) دی او په دغه محلول ($25C^0$) كې 5 ,0 نارمله د تيزابو محلول اچول شوی او بيا په پولاريمتر كې د قطبي شوي نور د قطبيت د سطحې د دوران زاويه اندازه شوی او لاندی نتيجې تری لاس ته راغلي دي :

(۱-۱)جدول

(دقيقې) τ	0	176	∞
(زاويې)α	25,16	+ 5, 46	-8,38

الف-د پورتني تعامل د سرعت ثابت حساب كړئ

ب-حساب كړئ چې په ۲۳۶ دقيقو كې به څو فيصده بوره تعامل وكړي

ج-په ۲۳۶ ام دقيقه كې د دوران زاويه څودرجې ده .

حل : كه د تعامل په پيل كې د دوران زاويه په α_0 اود τ په لحظه كې په α_τ اود زيات وخت د تيريدو وروسته (دتعامل په پای كې) په α_∞ وښودل شي . پس د تعامل له پيل څخه د تعامل تر پايه پورې د ددوران د زاويې تغير (α_∞ - α_0) كيږي . چې دغه كميت په محلول كې د بورې د لمړي غلظت (c^0) سره مستقيم تناسب لري . همدا ډول د τ په لحظه كې دبورې غلظت د α_τ څخه تر α_∞ پورې د دوران د زاويې د تغير (α_τ -α_∞) سره مستقيم تناسب لري . داچې په پورتني تعامل كې د اوبو مقدار ډير زيات دی پس دغه تعامل لمړی درجه تعامل دی چې د (۱- ۱۳) معادلې له مخې ددغه تعامل د سرعت ثابتk_1 مساوي كيږي :

$$k_1 = (2,3 / \tau) \log(c^0 / c^0 - x) = 2,3/\tau \log \left[\frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_\tau - \alpha_\infty} \right]$$

$$k_1 = 2,3/176. \log \left\{ \frac{25,16 - (-8,38)}{5,46 - (-8,38)} \right\} = 0,005028 \ min^{-1}$$

ب– هغه مقدار بوره چي په ۲۳۶ دقيقو کي تعامل کوي مساوي کيږي:

$$\log (c^0 / c^0 - x) = \left(\frac{k_1 \tau}{2,303} \right) = \frac{0,005028 . 236}{2,303} = 0,5152$$

$$(c^0 / c^0 - x) = 3,275 \quad , \qquad x = 0,6948C_0$$

که $c^0 = 100\%$ ونيول شي ،نو هغه مقدار بوره چي په ۲۳۶ دقيقو

کي تعامل کوي 69,48 % کيږي .

ج – د ۲۳۶ دقيقو وروسته د دوران زاويه په لاندې دول معلوميږي :
کله چي ټوله بوره هايدروليز شي (تعامل وکړي) ، نو د دوران زاويه مساوي کيږي :

$$25,16 - (-8,38) = 33 , 54^0$$

دبلي خوا د ۲۳۶دقيقو د تيريدو وروسته هغه مقدار بوره چي تر اوسه يې تعامل نه دی کړی($100 - 69 , 48 = 30 , 52 \%$) ده چي د دې بورې دهايدروليز په پايله کي به د دوران د زاويي تغير نسبتا لږ وي . که دغه تغير په Zوښودل شي ($Z = \alpha_\tau - \alpha_\infty$) ، نو لرو چي :

د دوران د زاويي تغير   د هايدروليز كيدونكي بورې مقدار

33,54	-	100
Z	-	30,52

$$Z = \frac{33{,}54 \ . \ 30{,}52}{100} = 10{,}23^0$$

$$Z = \alpha_\tau - \alpha_\infty = \alpha_\tau - (-8{,}38)$$

$$\alpha_\tau = Z - 8{,}38 = 10{,}23^0 - 8{,}38^0 = 1{,}85^0$$

يعني د گني د بورې د هايد روليز په تعامل كې د شاملو موادو محلول د ۲۳۶ دقيقو د تيريدو وروسته د قطبي شوي نور د قطبيت سطحه ښي لور(+) ته $1{,}85^0$ گرځوي .

1-2- د N_2O_5 د تجزيه كيدو تعامل لمړی درجه تعامل دی چې د سرعت ثابت يې $k_1 = 0{,}002\ min^{-1}$ دی حساب كړئ چې د دوه ساعتونو د تيريدو په لحظه كې به څو فيصده N_2O_5 تجزيه شي .

حل : كه د نايتروجن پنځا اكسايد لمړنی غلظت($c^0 = 100\%$) قبول كړو او هغه N_2O_5 چې په دوه ساعتونو كې تجزيه كيږي په x وښودل شي،نود دوه ساعتونو وروسته د باقي پاتې N_2O_5 غلظت به (100-x) وي . اوس د لمړی درجې تعامل د سرعت د ثابت افاده (۱-۱۳) په پام كې نيسو او ليكو :

$$k_1 = \left({}^{2,303} / \tau \right) \log\left(\frac{C^0}{c^0 - x} \right) = \left({}^{2,303} / {}_{120} \right) \log \left(100 / 100\text{-}x \right)$$

$$0,002 = (2,303 / 120) \log (100 / 100 - x)$$

$$\log(100/ 100 - x) = 0,002 . 120 / 2,303 = 0.104$$

$$\log 100 - \log (100 - x) = \log 100 - \log a = 0,104$$

$$2 - \log a = 0,104$$

$$\log a = 2 - 0,104 = 1, 896$$

$$a = 78,7$$
$$100 - x = 78$$

$$x = 100 - 78, 7 = 21 , 3 \%$$

1-3- د پولونیم ایزوتوپ ($^{84}_{210}Po$)د رادیو اکتیویتي فعالیت له کبله په خوارلسوورځو کې (6,58%) تجزیه کیږي .

الف-ددغه تعامل د سرعت ثابت حساب کړئ .

ب- دنوموړي ایزوتوپ د نیمایي تجزیه کیدو وخت حساب کړئ .

ج-حساب کړئ چې ددغه ایزوتوپ 90% به په څو مره وخت کې تجزیه شي .

حل : داچي د راديو اكتيف موادو د تجزيي تعاملونه لمړی درجه تعاملونه دي . پس د (۱۳-۱) معادلې په اساس ليكو :

$$k_1 = (2{,}303 / 14) \ \log \ (c^0 / c^0 - x)$$

كه ددغه ايزوتوپ لمړنی مقدار $(100= c^0)$ وي اود څوارلسو ورځو وروسته د هغه مقدار $(c = c^0 - x = 100 - 6{,}87 = 93{,}15)$ پاتې شي پس ليكو :

الف- $k_1 = (2{,}303 / 14) \ \log \ 100 / 93{,}15 = 0{,}00507 days^{-1}$

ب- $\tau_{1/2} = 0{,}693 / \ k_1 = \ 0{,}693 / 0{,}00507 = 137$ days

ج – كه د 90% ايزوتوپ د تجزيه كيدو وخت τ_x وي ، نو د τ_x په لحظه كې به ددغه ايزوتوپ غلظت $c = \ 100 - 90 = 10\ \%$ وي پس ليكو :

$$\tau_x = (2{,}303 / 0{,}00507) \log 100 / 10 \ = 454 \text{ days}$$

1-4- د لاندې كيمياوي تعامل په بهير كې د سستم فشار په لاندې ډول تغير كوي (V= const).

$$CH_3CO\ CH_3 \rightarrow C_2H_4 \ + H_2 + CO$$

τ (min)	P (mmHg)
0	312
6,5	408
13	488
19,9	562

ثبوت كړئ چې پورتنی تعامل لمړئ درجه تعامل دی ، او هم ددغه تعامل د سرعت د ثابت متوسط قيمت حساب كړئ .

حل : كه پورتنی تعامل لمړی درجه تعامل وي ،نو د (۱۳-۱) معادلې په اساس د لمړی درجې تعامل دسرعت ثابت مساوي كيږي :

$$k_1 =(2,393/ \tau)\ \log (c^0 /c^0-x)$$

د بلي خوا د تودوخي په ثابته درجه كي په يو سستم كي د يوي مادي جزيي فشار په هغه سستم كي د هغي مادي د غلظت سره مستقم تناسب لري . پس د تودوخي په ثابته درجه كي په سستم كي دشاملو كيمياوي موادو د غلظت پر ځای ددغه موادو د جزئي فشار څخه استفاده كيدای شي . په پورتني جدول كي لمړنی فشار (312mmHg) د خالص اسيتون جزئي فشار او باقي پاتي فشارونه د سستم ټول فشارونه ښيي . د اسيتون جزئي فشارونه په مختلفو وختو كي په لاندې ډول محاسبه كيږي :
كه د اتيلين جزئي فشار د τ په لحظه په x وښودل شي ،نو د تعامل د معادلي له مخي ليكو چي :

$$P_{C2H4} =P_{CO} = P_{H2} = x$$

كه د اسيتون لمړی فشار P^0 او جزئي فشار يي د τ په لحظه كي $P_{(CH3)2CO}$ وي ، نو ليكو چي :

$$P_{(CH3)2\,CO} = P^0 - x$$

پس د τ په لحظه كي د پورتني سستم ټول فشار مساوي كيږي :

$$P_{tot} = 3\ .\ x + P^0 - x = P^0 + 2x$$

$$x= \frac{P_{tot} - P^0}{2}$$

$$P_{(CH3)2CO} = P^0 - x = P^0 - \frac{P_{tot} - P^0}{2} = \frac{3P^0 - P_{tot}}{2}$$

اوس د c^0 پر ځای P^0 اود $(c^0 - x)$ پر ځای $(P^0 - x)$ په (۱۳-۱)
معادله کې ږدو او لیکو:

$$k_1 = \frac{2,303}{\tau} \log \frac{2P0}{3P^0 - P_{tot}}$$

$$= \frac{2,303}{6,5} \log \frac{2.312}{3.312 - 408}$$

$$k_1 = 0,02568$$

$$k_1^{-} = \frac{2,303}{13} \log \frac{2.312}{3.312 - 488} = 0,025\,62$$

.

$$k_1^{=} = \frac{2,303}{19,9} \log \frac{2.312}{3.312 - 562} = 0,02569$$

پورتنی محاسبه ښیي چې :

$$k_1 \approx k_1^{-} \approx k_1^{=}$$

پس پورتنی تعامل لمړی درجه تعامل دی چې د هغه د سر عت د ثابت متوسط
قیمت مساوي کیږي :

$$\bar{K} = \frac{0,02568 + 0,02562 + 0,02569}{3} = 0,02563$$

1-5 : د تودوخې په $378K^0$ کې د یو لمړي درجه کیمیاوي تعامل د موادو د نیمایی تجزیه کیدو وخت ۳۶۳ دقیقې دی . ددغه تعامل د فعالولو انرژي 52000 کالوري فی مول ده . معلوم کړئ چې ددغه تعامل د اولنیو موادو 75% به په $450K^0$کې په څومره وخت کې تجزیه شي .

حل :
د (۱۴-۱) معادلې پر بنسټ په ۳۷۸کالوین کې د نوموړي تعامل دسرعت ثابت مساوي کیږي :

$$\tau_{1/2} = 0,693 / k_1$$

$$k_1 = 0,693 / \tau_{1/2}$$

$$k_1 = 0,693 / 363 = 0,00191$$

اوس د تو دوخې په ۴۵۰ کالوین کې ددغه تعامل د سرعت ثابت په لاندې ډول حسابوو .

$$\log k_2 / k_1 = \frac{E^*}{2,3 . R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\log k_2 / k_1 = 52000 / 2,3 . 2 \{ (1 /378) -(1 /450)\}=4,8$$

$$\text{antlog } 4,8 = 6,31 . 10^4 , \ k_2 / k_1 = 6,31 .10^4$$

$\mathbf{k_2} = 6,31 . 10^4 k_1 = 6,31 . 10^4 . 1,91 . 10^{-3} = 120 , 521$ min^{-1}

اوس حسابوو چې د تودوخې په ۴۵۰کالوین کې د اولنیو موادو ٪ ۷۵ په څومره وخت کې تجزیه کیږي .

$$k_2 = (2,3 / \tau_x) \log (C_0 / C_0 - x)$$

$$k_2 = (2,3 / \tau_x) \log(100/ 100-75)$$

$$120,521 = 2,3 / \tau_x \log 100 / 25$$

$$\tau_x = 2,3 / 120,521 \log 100 / 25 = 0,0112 \text{ min}$$

د دویمې درجې غیر رجعي تعاملونو کنتک :

فرض کوو لاندی تعامل دویمه درجه غیر رجعي کیمیاوي تعامل دی :

$$A + B \rightarrow D$$

که د تعامل په پیل ($t = 0$) کې د A مادې غلظت C^0_A (mol/L) اود B مادې غلظت C^0_B (mol/L) وي اود t وخت په تیریدو د Aمادې x / mol) (L د B مادې د x (mol / L) سره تعامل وکړي اود D مادې x mol) (/L) لاس ته راشي . که د t په لحظه کې د A مادې غلظت C_A اود B مادې غلظت C_B وي ،نو لیکوچې :

$$C_A = C^0_A - x$$

$$C_B = C^0_B - x$$

اوس د دویمي درجي کیمیاوي تعامل کنتیکي معادله (۷-۱) په پام کې نیسو او لیکو:

$$dx / dt = k_{11}\, C_A \,.\, C_B$$

$$dx/dt = k_{11}\, (C^0_A - x)\, (C^0B - x)$$

لمړی حالت : که A او B موادو لمړني غلظتونه یو شی $(C^0_A = C^0_B)$ وي ، نو وروستی معادله په لاندي شکل لیکو :

$$dx/ dt = k_{11}\, (C^0_A - x)^2$$

$$\frac{dx}{(C^0_A - x)^2} = k_{11}\, dt$$

$$\int_0^x \frac{dx}{(C^0_A - x)^2} = k_{11} \int_0^t dt$$

اوس $dx = -d(C^0_A - x)$ په وروستی معادله کې ږدو اولیکو:

$$-\int_0^x \frac{d (C^0_A - x)}{(C^0_A - x)^2} = k_{11} \int_0^t dt$$

$$\frac{1}{C^0_A - x}\Bigg|_0^x = k_{11}\, t \,\Bigg|_0^t$$

$$\frac{1}{C^0_A - x} - \frac{1}{C^0_A} = k_{11}\, t \; \ldots (1\text{-}15)$$

$$K_{11} = \frac{x}{t\; C^0_A \,(C^0_A - x)} \qquad (1\text{-}16)$$

د(۱۶-۱) معادلې څخه ښکاري چې د دويمې درجې تعامل د

سرعت د ثابت واحد ($L \cdot mol^{-1} \cdot sec^{-1}$) دی .

د دويمې درجې غير رجعي کيمياوي تعامل د سرعت د ثابت عددي قيمت معلومول :

د (۱۵-۱) معادلې له مخې ليکو :

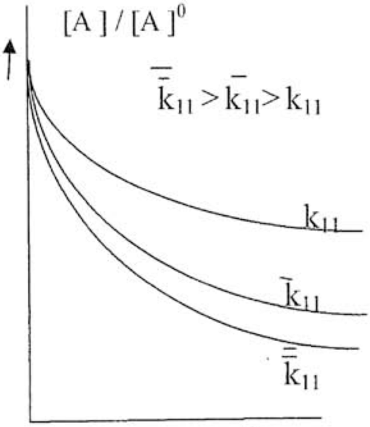
$$\frac{1}{C^0_A - x} = \frac{1}{C^0_A} + k_{11} \cdot t \ldots (1\text{-}15)^*$$

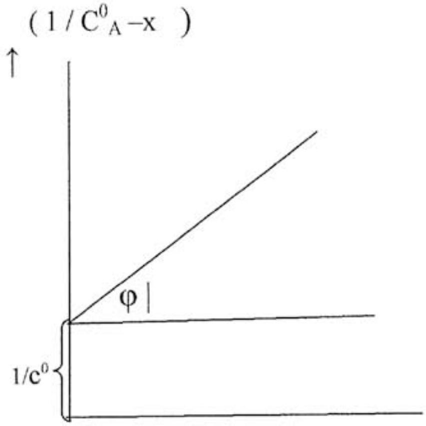
وروستی معادله د ($1/ C^0_A - x$) او t خطي اړيکه ښيي . پس که په دويمې درجې کيمياوي تعامل کې د شاملو موادو له جملې څخه د يوې مادې غلظت د تعامل په بهير کې د وخت په ټاکلې واټن کې څو کرته آندازه شي او بيا د وخت (t) او ($1 / C^0_A - x$) په کوارديناتو کې ګراف رسم شي ، نو که د څېړنې لاندې کيمياوي تعامل دويمه درجه تعامل او د تعامل کونکو موادو لمړنې غلظتونه مساوي ($C^0_A = C^0_B$) وي . دلته د (t) او ($1/ C^0_A - x$) په کوارديناتو کې ګراف د (1-10) شکل په څېر يو مستقيم خط وي ،کوم چې

د (t)د محور سره د(φ) زاويه جوړوي . اود φ زاويې تانجنت په وروستۍ *(15- 1) معادله کې د t دضريب (k_{11}) سره مساوي کيږي . يعنې ليکو چې :

$$tg\ \varphi = k_{11} \qquad (1\ \text{-}17)$$

په دې ترتيب د k_{11} عددي قيمت د تجربي معلوماتو په مرسته لاس ته راوړي . هرڅومره چې د k_{11} قيمت لوی وي په همغه اندول د اړوند کيمياوي تعامل سرعت زيات وي (تعامل ژر ختميږي) . دغه واقيعت په (۱۱-۱) شکل کې وګورئ .





(1 -11) شکل
دويمه درجه کيمياوي تعامل $[A]^0$ دتعامل په پيل(t=0) کې ، [A] د t په لحظه کې د A مادې غلظتونه ښيي .

(1 – 10) شکل
په ګرافيک متود د دويمې درجې تعامل د سرعت د ثابت معلومول .

اوس که په (۱۶-۱) معادله کې د t پر ځای د نيمايی تجزيه کيدو وخت ($\tau_{1/2}$) (په پام کې ونيول شي په دغه صورت کې ($x = C^0/2$) کيږي پس ليکو :

$$\tau_{1/2} = \frac{1}{k_{11}} \left[\frac{C^0/_2}{(C^0 - C^0/_2)} \right] \quad (1\text{-}18)$$

$$\tau_{1/2} = \frac{1}{k_{11} C^0} \quad (1\text{-}18)^*$$

د*(18-1) معادلې څخه ښکاري چې د دويمې درجې کيمياوي تعامل د موا د و د نيمايي تجزيه کيدو وخت د تعامل کونکو موادو په ابتدايي غلظت پورې اړه لري او هرڅومره چې د تعامل کونکو موادو لمړني (ابتدايي)غلظتونه زيات وي د نيمايي تجزيه کيدو وخت (د نيمايي موادو د تعامل کولو وخت) يې لنډ وي .

دويم حالت : که د دويمې درجې کيمياوي تعا مل د تعامل کونکو موادو لمړني غلظتونه يو شي نه وي $(C^0_A \neq C^0_B)$ د داډول دويمې درجې کيمياوي تعامل د سرعت معادله په لاندې بڼه ليکل کيږي :

$$dx/dt = k_{11} (C^0_A - x) (C^0_B - x)$$

$$\frac{dx}{(C^0_A - x) C^0_B - x)} = k_{11} . dt$$

$$\frac{dx}{C^0_A - C^0_B} \left[-\frac{1}{C^0_A - x} + \frac{1}{C^0_B - x} \right] = k_{11}.dt$$

$$(1 / C^0_A - C^0_B)[\int_0^x - dx/(C^0_A - x) + \int_0^x dx/(C^0_B - x)] = k_{11} \int_0^t dt$$

$$\frac{1}{C^0_A - C^0_B} \left[\ln(C^0_A - x) \Big|_0^x - \ln (C^0_B - x) \Big|_0^x \right] = k_{11} t$$

$$(1 / C^0_A - C^0_B)\,[\ln(C^0_A - x) - \ln C^0_A - \ln(C^0_B - x) + \ln C^0_B] = k_{11}t$$

$$(1 / C^0_A - C^0_B)\,[\ln(C^0_A - x) + \ln C^0_B - \{\ln(C^0_B - x) + \ln C^0_A\}] = k_{11}t$$

$$\frac{1}{C^0_A - C^0_B}\,[\ln C^0_B(C^0_A - x) - \ln C^0_A(C^0_B - x)] = k_{11}\,t$$

$$k_{11} = \frac{2{,}303}{t} \cdot \frac{1}{C^0_A - C^0_B} \log \frac{(C^0_A - x)\,C^0_B}{(C^0_B - x)\,C^0_A}$$

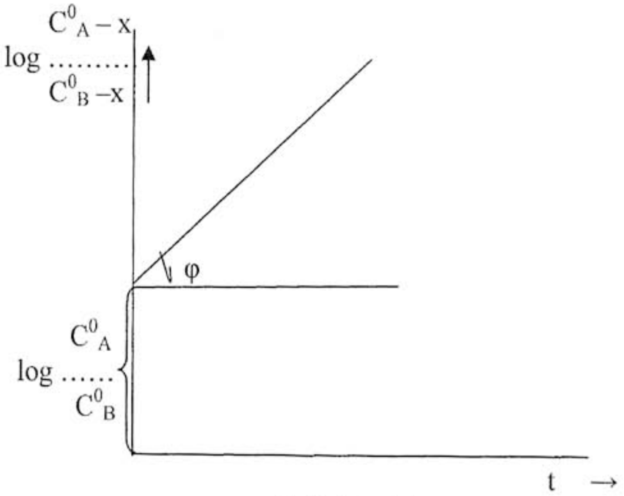
$$k_{11} = \frac{2{,}303}{t\,(C^0_A - C^0_B)}\left[\log \frac{C^0_B}{C^0_A} + \log \frac{C^0_A - x}{C^0_B - x}\right] \quad (1\text{-}18)^{**}$$

**(۱۸-۱) معادله د دویمي درجې تعاملونو ($C^0_A \neq C^0_B$) د سرعت معادله ده
.د **(۱۸-۱) معادلې څخه لیکو :

$$\log \frac{C^0_A - x}{C^0_B - x} = \frac{t\,k_{11}\,(C^0_A - C^0_B)}{2{,}303} + \log \frac{C^0_A}{C^0_B} \quad (1\text{-}19)$$

د (۱۹-۱) معادلې څخه معلومیږي چې $\log \frac{C^0_A - x}{C^0_B - x}$ د t سره خطي

اړیکه لري (۱- ۱۲ شکل).



(1-12 شکل)
په دویمی درجې تعاملونو کې ($C^0_A \neq C^0_B$) دتعامل کونکو
موادو د غلظت د لوگارتم ($\log (C^0_A - x / C^0_B - x)$ او وخت اړیکه

که د تعامل په بهیر کې د ټاکلي وخت د تیریدو وروسته څوکرته دAاوB موادو غلظتونه (C^0_A-x) او C^0_B-x) اندازه اود (12 -1)شکل گراف رسم شي ،نو ددویمي درجې کیمیاوي تعامل ($C^0_A \neq C^0_B$) د سرعت ثابت (k_{II}) په لاندې ډول محاسبه کیږي :

$$k_{II} = \frac{2,303 \ \mathrm{tg}\varphi}{C^0_A - C^0_B} \qquad (1\text{-}20)$$

غیر رجعي n درجه کیمیاوي تعاملونه :

n درجه کیمیاوي تعامل چې د تعامل کونکو موادو(A,B,D) غلظتونه یو شی ($A^0 = B^0 = D^0$) وي د دا ډول کیمیاوي تعاملونو کنتیکي معادله لاندې شکل لري :

$$dx/dt = kn \, (C^0_A - x)^n$$

د وروستی معادلي معین انتیگرال نیسو او لیکو چې :

$$\int_0^x \frac{dx}{(C^0_A - x)^n} = kn \int_0^t dt$$

$$\frac{1}{(n-1)(C^0_A - x)^{n-1}} \Big|_0^x = kn \, . \, t$$

$$\frac{1}{(n-1)} \left[\frac{1}{(C^0_A - x)^{n-1}} - \frac{1}{(C^0_A)^{n-1}} \right] = kn \, .t$$

$$(1/\ n-1) \left[\frac{(C^0_A)^{n-1} - (C^0_A - x)^{n-1}}{(C^0_A)^{n-1} \ (C^0_A - x)^{n-1}} \right] = kn \, .t$$

$$Kn = \frac{(C^0_A)^{n-1} - (C^0_A - x)^{n-1}}{t \ (n-1) \ (C^0_A)^{n-1} \ (C^0_A - x)^{n-1}} \qquad (1\text{-}21)$$

(۲۱-۱) معادله د n درجه کیمیاوي تعامل د سرعت د ثابت اړیکه د تعامل کونکو موادو د غلظت سره ښيي . په (۲۱-۱) معادله کې د t پر ځای د نیمایي تجزیه کیدو وخت (τ_n) اود xپر ځای ($x = C^0_A / 2$) ږدو او لیکو :

$$\tau n = \frac{1}{kn\ (n-1)} \cdot \left[\frac{(C^0_A)^{n-1} - (C^0_A - C^0_A/2)^{n-1}}{(C^0_A)^{n-1} \ (C^0_A - C^0_A/2)^{n-1}} \right]$$

$$\tau n = \frac{1}{kn\,(n-1)} \left[\frac{(C^0_A)^{n-1} - (C^0_A/2)^{n-1}}{(C^0_A)^{n-1}\,(C^0_A/2)^{n-1}} \right]$$

دوروستی معادلې صورت او مخرج پر $(C^0_A/2)^{n-1}$ تقسیمو او لیکو چې :

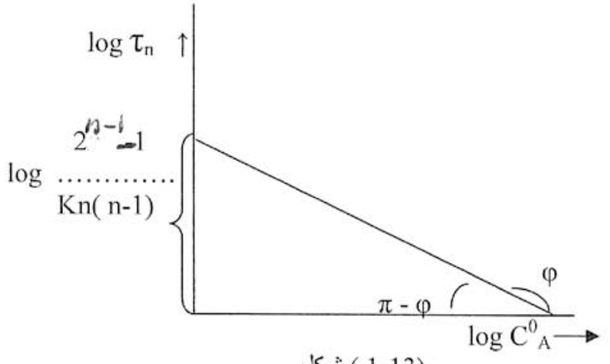
$$\tau n = \frac{1}{kn\,(n-1)} \cdot \frac{2^{n-1} - 1}{(C^0_A)^{n-1}} \qquad (1\text{-}22)$$

د (۲۲-۱) معادلې څخه ښکاري چې د n درجې کیمیاوي تعامل (چې د تعامل کونکو موادو لمړني غلظتونه یو شي وي) د نیمايي تجزیه کیدو وخت د تعامل کونکو موادو د لمړني غلظت (په طاقت د n-1) سره معکوس تناسب لري .
که د (۲۲-۱) معادلې لوګارتم ونیول شي نو لیکو:

$$\log \tau_n = \log \frac{2^{n-1} - 1}{kn(n-1)} - \log\,(C^0_A)^{n-1}$$

$$\log \tau n = \log \frac{2^{n-1} - 1}{kn(n-1)} - (n-1)\log\, C^0_A \qquad (1\text{-}23)$$

(1-23) معادله د $\log\tau n$ او $\log C^0_A$ خطي اړیکه ښیي (۱۳-۱ شکل وګورئ).



(1-13) شکل

په n درجه کیمیاوي تعامل کې (چې د تولو تعامل کونکو موادو لمړني غلظتونه یوشی دي) د تعامل کونکو موادو لمړني غلظتونو (C^0_A) اود دغه موادو د نیمایي تجزیه کیدود وخت (τ_n) اړیکه .

پس که په n درجې تعامل کې د یوې مادې (مثلا A) دمختلفو لمړنیو غلظتونو د نیمایي تجزیه کیدو وختونه (τ_n) عملا اندازه او بیا د(13-1) شکل رسم شي ،نو د داډول درجه n تعامل (چې د تولو موادو لمړني غلظتونه یو شی دي) درجه په لاندې ډول لاس ته راوړي :

$$tg\varphi = - tg(\pi - \varphi) = -(n-1) = 1-n$$
$$n = 1 - tg\varphi \qquad (1-24)$$

او که د تعامل کونکو موادو لمړني غلظتونه یوشي نه وي په دې صورت کې د تعامل کونکو موادو د نیمایي تجزیه کیدو د وخت په مرسته د کیمیاوي تعامل درجه په لاندې توګه لاس ته راوړي . که د A مادې د نیمایي تجزیه کیدو وخت τ_1 اود B مادې د نیمایي تجزیه کیدو وخت τ_2 وي ،نو د A او B موادو د تعامل درجه (n) په لاندې ډول حسابیږي .

$$\tau_1 = \frac{1}{kn(n-1)} \cdot \frac{2^{n-1}-1}{(C^0_A)^{n-1}}$$

$$\tau_2 = \frac{1}{kn(n-1)} \cdot \frac{2^{n-1} - 1}{(C^0_B)^{n-1}}$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{(C^0_B)^{n-1}}{(C^0_A)^{n-1}}$$

د وروستې معادلې د اطرافو لو ګارتم نیسو او لیکو:

$$\log \frac{\tau_1}{\tau_2} = \log \frac{(C^0_B)^{n-1}}{(C^0_A)^{n-1}} = (n-1) \log \frac{C^0_B}{C^0_A}$$

$$n = \frac{\log \frac{\tau_1}{\tau 2}}{\log \frac{C^0_B}{C^0_A}} + 1 \qquad (1\text{-}25)$$

نو که د A او B موادو لمړني غلظتونه (C^0_B, C^0_A) اود نیمايي تجزیه کیدو وختونه (τ_1, τ_2) معلوم وي د دغه موادو د تعامل درجه n د (۱-۲۵) معادلې په مرسته حسابولای شو . د کیمیاوي تعامل د درجې د معلومولو یو بل

متود د قيمت ايښودلو متود دی . ددې متود په اساس د تعامل کونکو موادو له جملې څخه د يوې مادې غلظت د تعامل په بهير کې د يو ټاکلي وخت وروسته څوکرتې آندازه کوي اود لاندې جدول په څير جدول ترتيبوي .

(۲-۱)جدول

وخت	t	t_1	t_2	t_3	t_4
غلظت	x	x_1	x_2	x_3	x_4

که د C^0 قيمت معلوم وي ، نو د t او xقيمتونه اول د لمړی درجې تعامل د سرعت د ثابت په معادله کې ږدي اود k_1 مختلف قيمتونه لاس ته راوړي . که لاس ته راغلي دk_1 قيمتونه تقريبا يو شی $k_1 \approx k_1{}^1 \approx k_1{}^2 \approx k_1{}^3 \approx k_1{}^4$ .... وي ، نو دغه تعامل لمړی درجه کيمياوي تعامل دی ، او که $k_1 \neq k_1{}^1 \neq k_1{}^2$ $\neq k_1{}^3 \neq k_1{}^4$ وي ، نو ددغه تعامل درجه $n \neq 1$ ده بيا دغه د xاو t قيمتونه د دويمې درجې ورپسې د دريمې درجې تعامل دسرعت دثابت په معادله کې ږدو تر څوچې دk قيمتونه يو شي او يا تقريبا يو شي لاس ته راشي .

مثالونه

1-6؛ په لاندې کيمياوي تعامل کې د تعامل کونکو موادو لمړني غلظتونه يو شي ($0,1 mol . dm^{-3}$) دی .

$$C_5H_5N + C_2H_5I \rightarrow C_7H_{10}N^+ + I^-$$

د پورتني تعامل په بهير کې د ايودين د ايون غلظت اندازه شوی اود هغې له مخې د پورتني تعامل د ستيکومتريک ضريبونو په پام کې نيولو سره د پيريدين غلظت او بيا $\ln [C_5H_5N]$ او هم د($1 / [C_5H_5N]$) قيمتونه محاسبه شوي دي ، چې دغه نتايج په لاندې جدول کې ورکړل شوي دي .

(۳-۱)جدول

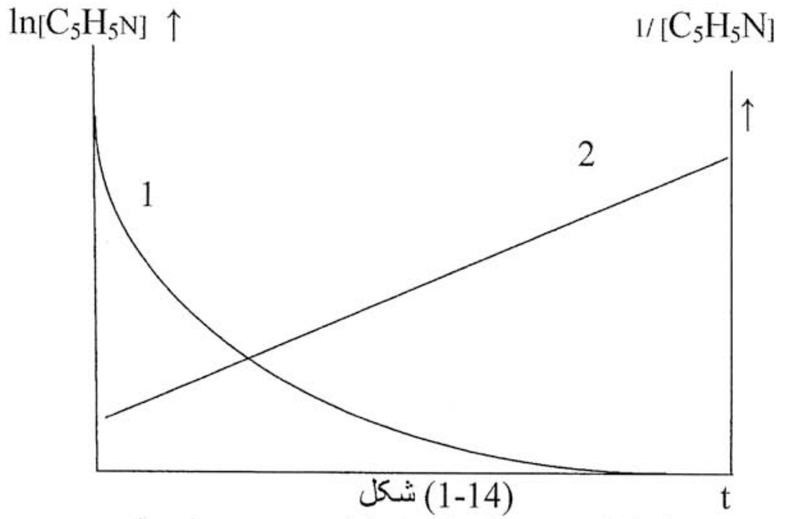
t-Sec	0	230	465	720	1040	1440
$[I]^-$-mol/L	0	0,015	0,026	0,035	0,044	0,052
$[C_5H_5N]$-mol/L	0,1	0,085	0,074	0,065	0,056	0,048
$Ln[C_5H_5N]$ mol/L	-2.30	-2,47	-2,60	-2,73	-2,88	-3,04
$[C5H5N]^{-1}$ mol /L	10	11,8	13,5	15,4	17,9	20,8

د پورتني جدول په مرسته د پيريدين او متايل ايودايد دتعامل درجه او ددغه تعامل د سرعت ثابت حساب کړئ .

حل:

۱ـ دګرافيک په متود :

د پورتني جدول قيمتونه د لمړی درجي تعامل د سرعت د ثابت په معادله (ـ۱ ۱۰) کي ږدو. د دغه معادلي څخه معلوميږي چې ln(a-x) او t د ارتباط څخه بايد مستقيم خط لاس ته راشي ،خود (۱۴-۱) شکل دګراف څخه ښکاري چې له دغه ارتباط څخه مستقيم خط نه بلکې د(1) منحني لاسته راځي ، نو اوس ددغه جدول معلومات د دويمي درجي کيمياوي تعامل دسرعت د ثابت په معادله *(۱۵-۱) کي ږدو . دلته هم $1/(C^0_A - x)$ او t يوبل سره خطي اړيکه لري او لکه چې د (۱۴-۱) شکل څخه ښکاري د دغه ارتبا ط څخه د(2) مستقيم خط لاس ته راغلي دی .



شکل (1-14)

په گرافیک متود دکیمیاوي تعامل د درجې معلومول .

1- د لمړۍ درجې تعامل دسرعت د ثابت د معادلې په اساس .

2- د دویمې درجې تعامل دسرعت د ثابت د معادلې په اساس.

۲ - د k دمحاسبې او یوبل سره د پرتله کولو متود :

د پورتنې جدول معلومات د لمړۍ درجه تعاملونو د سرعت په افاده (۱۰-۱) کې ږدو او .... k_1 , k_1^{-} , $k_1^{=}$, $k_1^{\equiv}$ محاسبه کوو .

$$K_1 = (2,303 / t)\log(C^0 / C^0 - x)$$

$$K_1 = 2,303 / 230) \log \frac{0,1}{0,1 - 0,015} = 2,303 / 230 \log(0,1 / 0,085) = 0,0007 sec^{-1}$$

$$K1^{-} = (2,303 / 465) \log \frac{0,1}{0,1-0,026} = 0,01 [(-1) - (-1,13)] =$$

$$= - 0,1 + 0,0113 = 0,0013 \ Sec^{-1}$$

لیدل کیږي چې دk_1 او k_1^- قیمتونه ډیر توپیر لري . پس په دي طریقه هم معلومیږي چې د نوموړی تعامل درجه (n=1) نه ده . اوس د پورتني جدول اعداد د دویمي درجي تعامل د سرعت په معادله (۱- ۱۶) کي ږدو او ګورو چې :

$$K_{11} = \frac{x}{t \cdot C^0 (C^0 - x)}$$

$$k_{11} = \frac{0,015}{230Sec \cdot 0,1\,(0,085)} = \frac{0,015}{1,955} = 0,76 \cdot 10^{-2} Sec^{-1} \cdot mol^{-1} \cdot L$$

$$K_{11}^{-} = \frac{0,026}{465\ Sec \cdot 0,01\,(0,074)} = 0,75 \cdot 10^{-2}\ Sec^{-1}\ mol^{-1} \cdot L$$

$$K_{11}^{=} = \frac{,0,035}{720Sec \cdot 0,1\,(0,056)} = 0,74 \cdot 10^{-2}\ Sec^{-1} \cdot mol^{-1} \cdot L$$

$$K_{11}^{\equiv} = \frac{0,044}{1040Sec \cdot 0,1\,(0,056)} = 0,75 \cdot 10^{-2}\ Sec^{-1} \cdot mol^{-1} \cdot L$$

پورتنی محاسبه ښیي چې ($k_{11} \approx k_{11}^{-} \approx k_{11}^{=} \approx k_{11}^{\equiv}$) دی پس پورتنی تعامل دویمه درجه (n=2) تعامل دی

7-1- لاندې کیمیاوي تعامل په پام کې ونیسئ .

$$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \rightarrow CH_3COONa + C_2H_5OH$$

د تودوخي په $10C^0$کي د پورتني تعامل د سرعت ثابت $2,38min^{-1}.mol^{-1}.L$ دی که غلظت په $kmol.m^{-3}$ او وخت په دقيقه وښودل شي او د استر د محلول سره چي نارملتي ئې 1/20 او حجم يې $1m^3$ دی دسوديم هايدروکسايد لاندي محلولونه يوځای شي :

الف – يومترمکعب (1/20)نارمله محلول .

ب- يو مترمکعب (1/10) نارمله محلول .

ج – يو متر مکعب (1/25) نارمله محلول .

نو په دغه دری واړو حالاتو کي په$10C^0$کي د استر دنيمايي تجزيه کيدو وخت حساب کړئ .

حل :

د کيمياوي معادلي له مخي پورتني تعامل دويمه درجه تعامل دی . دالف جز د شرايطو څخه معلوميږي د استر او قلوي معادل($C^0_A=C^0_B$) مقدارونه سره يو ځای شوي دي پس د دويمي درجي تعامل د لمړي حالت ($C^0_A=C^0_B$) د کنتيکي معادلي (16 -1) په اساس ليکو :

$$K_{11} = \frac{1}{t} \cdot \frac{x}{C^0_A (C^0_A - x)}$$

که د استر $1m^3$ محلول د قلوي د $1m^3$ محلول سره يو ځای شي ،نو د سستم ټول حجم مساوي کيږي :

$$1m^3 + 1m^3 = 2m^3$$

پس د دواړو محلولونو د ګډولو . په لحظه کي د استر او قلوي غلظتونه مساوي کيږي :

$$C^0_A = C^0_B = (1/2) (1/20) =(1/ 40)N$$

داستر ددغه غلظت نيمايي (٪۵۰) که په x وښود ل شي ،نوليکو:

$$x= (½) (1/40) = (1/ 80)N$$

د (18-1)معادلي پر اساس د استر دنيمايي تجزيه کيدو وخت مساوي کيږي :

$$\tau_{1/2} = \frac{1}{K_{11}} \cdot \frac{C^0/2}{C^0(C^0 - C^0/2)}$$

الف-

$$\tau_{1/2} = \frac{1}{2,38} \cdot \frac{1/80}{(1/40)(1/40 - 1/80)} = 16,8 \text{ min}$$

ب- د ب په شرايطوکي د تعامل کونکو موادو غلظتونه معادل نه دي $(C^0_A \neq C^0_B)$ پس د **(۱- ۱۸) معادلي له مخي ليکو :

$$K_{11} = \frac{2,303}{t} \cdot \frac{1}{C^0_A - C^0_B} \cdot \log \frac{(C^0_A - x)\, C^0_B}{(C^0_B - x) C^0_A}$$

$$C^0_A = (½)(1/20) = 1/40 \text{ N}$$

$$C^0_B = (½)(1/10) = 1/20 \text{ N}$$

$$\tau_{1/2} = \frac{2,303}{2,38\,(1/40) - (1/20)} \log \frac{\{(1/40) - (1/80)\}.(1/20)}{\{(1/20) - (1/80)\}(1/40)} = 6,81 \text{ min}$$

ج – د ج حالت د ب د حالت په څير دی او ليکو چې:

$$C^0_A = (½)(1/20) = (1/40) \text{ N}$$

$$C^0_B = (1/2)(1/25) = (1/50) \text{ N}$$

$$\tau_{½} = \frac{2,303}{2,38\,(1/40)-(1/50)} \log \frac{\{(1/40)-(1/80)\}.(1/50)}{(1/50)-(1/80).1/40} =$$

$$=24,2\text{min}$$

1-8 - د تودوخې په K^0 ۲۹۳ کې د ایتایل اسیتیت (0,01N) د محلول ٪۱۰ د سوديم هايدروكسايد د(0,002N) محلول په واسطه په ۲۳ دقيقو كې تصبن كيږي حساب كړئ چې د ايتايل اسيتيت د همدغه محلول ٪۱۰ به دسوديم هايدروكسايد د (0,004N) محلول په واسطه په څومره وخت كې تصبن شي .

حل :

د ایتایل اسیتیت د تصبن معادله لاندې ورکړل شوی ده :

$$\underset{0,004N}{NaOH} + \underset{0,01N}{CH_3COOC_2H_5} \rightarrow CH_3COONa + C_2H_5OH$$

دپورتنۍ كيمياوي معادلې اود سوال د شرايطو څخه معلوميږي چې وركړل شوى تعامل دويمه درجه ($C^0_A \neq C^0_B$) دی . پس د **(۱۸-۱) معادلې له مخې ليكو:

$$K_{11} = \frac{2,303}{t(C^0_A - C^0_B)} \log \frac{(C^0_A - x)\,C^0_B}{(C^0_B - x)\,C^0_A}$$

$$C^0_B = 0,002N$$

$$C^0_A = 0,01N$$

$$x = 0,1\,.\,C^0_A = 0,1\,.\,0,01$$

$$K_{11} = \frac{2,303}{23\text{min}\,(0,01-0,002)} \log \frac{(0,01-0,1\,.\,0,01)\,.\,0.002}{(0,002-0,1.\,0,01)\,0,01} =$$

$$= 3,19\ .L\,.\,mol^{-1}\,.\,min^{-1}$$

که د سوديم هايدروکسايد لمړنی غلظت($C^0_B = C_2 = 0,004N$) په پام کې ونيول شي ، نو هغه وخت په کوم کې چې د استر لس فيصده تصبن کيږي په لاندې ډول محاسبه کيږي .

$$K_{11} = \frac{2,303}{t(C^0_A - C^0_B)} \log \frac{(C^0_A - x)\,C^0_B}{(C^0_B - x)\,C^0_A}$$

$$t = \frac{2,303}{3,19 \,.\, (0,01-0,004)} \log. \frac{(0,01 - 0,1 \,.\, 0,01).0,004}{(0,004 - 0,1 \,.0,01)\,0,01} = 95 \text{ min}$$

9-1- لاندې کيمياوي تعامل په پام کې ونيسئ .

$$A + B \rightarrow C$$

که د A او B موادو لمړني غلظتونه په ترتيب سره په لاندې ډول وي :

$$C^0_A = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C^0_B = 1,0 \text{ mol . L}^{-1}$$

که د A مادی د نيمايي تجزيه کيدو وخت $\tau_1 = 100$ days اود B مادی د نيمايي تجزيه کيدو وخت $\tau_2 = 10$ days وي ، نو د پورنتي تعامل درجه به څو وي .

حل : د (۱-۲۵) معادلې له مخې د A او B موادو تر منځ دتعامل درجه په لاندې ډول حسابيږي :

$$n = \frac{\log \dfrac{\tau_1}{\tau_2}}{\log \dfrac{C^0_B}{C^0_A}} + 1$$

$$n = \frac{\log(100/10)}{\log(1/0,1)} = 1 + 1 = 2$$

مغلق تعا ملونه :

پاس د ساده تعاملونو کنتک په لنډه توګه وڅیړل شو . په طبیعت کې اکثرا مغلق تعاملونه صورت نیسي . مغلق تعاملونه یو د بل سره په تړاو کې د څو ساده تعاملونوڅخه جوړوي . یعنې یو لړ ساده تعاملونه چې په خپل منځ کې تړاو لري یو مغلق تعامل جوړوي . دمغلق تعاملونو کنتک د اړوند ساده تعاملونو تر منځ د تړاو په څرنګوالي اود هر ساده تعامل په کنتک پورې اړه لري . دلته د هر ساده تعامل سرعت د نورو ساده تعاملونو د سرعتونو څخه مستقل په پام کې نیول کیږي . د ساده تعاملونو تر منځ د تړا و د ډول له مخې مغلق تعاملونه په لاندې ګروپونو ویشل کیږي .

الف – رجعي تعاملونه : هغه دوه کیمیاوي تعاملونه چې همزمان یو دبل مخالف لورو ته صورت مومي درجعي تعاملونو په نوم یادیږي . لاندې د رجعي(مغلق) تعاملونو عمومي بڼه ورکړل شوې ده .

$$A \underset{k_2}{\overset{k_1}{\longleftrightarrow}} B$$

دامغلق تعامل د مستقیم تعامل (چې د سرعت ثابت یې k_1 دی) اودهغه معکوس تعامل (چې دسرعت ثابت یې k_2 دی) څخه جوړ دی کوم چې یو دبل ضد او مخالف لوروته صورت مومي .ددغه تعاملونو سرعتونه(V_1 , V_2) مساوي کیږي له :

$$V_1 = k_1 C_A$$

$$V_2 = k_2 C_B$$

داچې دغه تعاملونه یو دبل ضد یعني یو دبل مخالف لورو ته صورت مومي ددغه مغلق تعامل سرعت داړوند مستقیم او معکوس تعاملونو د سرعتونو د توپیر سره مساوي کیږي . یعني لیکو چې :

$$V = V_1 - V_2 = k_1 C_A - k_2 C_B$$

کله چې د مستقیم ا و دهغه د معکوس تعامل سرعتونه یو شی (مساوي) شي ($V_1 = V_2$) ، نو کیمیاوي تعامل د تعادل حالت ته رسیږي (۱۱۶- ۱-شکل) اود تعادل د حالت لپاره لیکو:

$$k_1 C_A = k_2 C_B$$

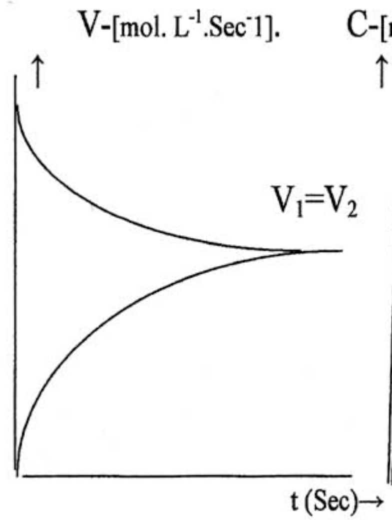
$$k_1 / k_2 = C_B / C_A = kc$$

kc-د کیمیاوي تعامل د تعادل د ثابت په نوم یادیږي . د هر رجعي کیمیاوي تعامل د تعادل ثابت (kc) د تودوخې په ټاکلې درجه کې ټاکلی او ثابت قیمت

لري . لاندی (۵ ۱ـ۱شکل) د رجعي تعاملونو په بهیر کې د وخت د تیریدو سره دمستقیم (V_1) او معکوس (V_2)تعاملونو . دسرعتونو تغیر او په (۶ ۱ـ۱) شکل کې په لاندی رجعي تعامل کې

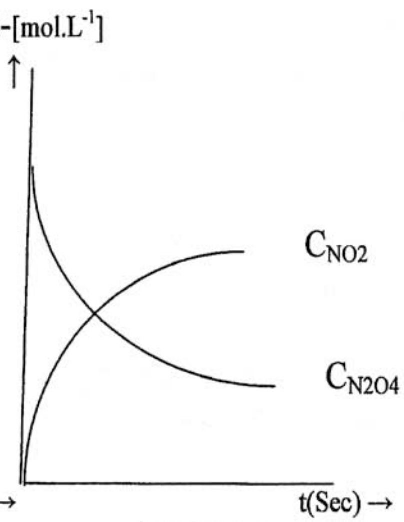
$$N_2O_4 \leftrightarrow 2NO$$

په تعامل کې د داخل شویو کیمیاوي موادو (N_2O_4) اود تعامل څخه دلاسته راغلیو کیمیاوي موادو (NO) دغلظتونو تغیر ښودل شوی دی



(1-15) شکل

په رجعي تعامل کې د مستقیم او معکوس تعاملونو دسرعتونو دتساوي حالت

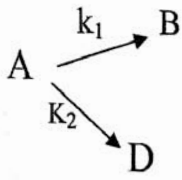


(1-1 6) شکل

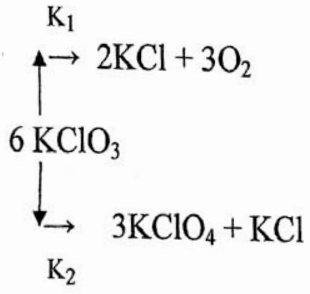
درجعي تعامل په بهیر کې د تعامل کونکو او د تعامل څخه دلاسته راغلیو موادو د غلظتونو تغیر.

ب- موازي کیمیاوي تعاملونه :

د موازي کیمیاوي تعاملونو عمومي شکل لاندې ورکړل شوی دی .



یعني په موازي تعاملونوکي دعين اوليه مادې (A)څخه دوه(B , D) او يا څو مختلف موادلاس ته راځي .د موازي تعاملونو يو مثال لاندې ورکړل شوى دى :



دلته د مغلق تعامل سرعت په دغه تعامل کي د شاملو موازي ساده تعاملونو د سر عتونو د مجموعي څخه عبارت دى . يعني په پورتني تعامل کي د A مادې د تخريب سرعت (V) مساوي کيږي :

$$V = V_1 + V_2$$

د بيلګي په توګه که د A مادې لمړنی غلظت a وي او د t په اندازه وخت کي د A مادې x موله تجزيه شي ، x_1 موله د B مادی او x_2 موله دD مادی لاس ته راشي پس د A مادې د تجزه کيدو عمومي سرعت مساوي کيږي .

$$V = dx / dt = dx_1/ dt + dx_2 /dt$$

$$V_1 = dx_1/dt = k_1(a-x)$$

$$V_2 = dx_2/dt = k_2(a-x)$$

$$V = V_1 + V_2 = dx/dt = k_1(a-x) + k_2(a-x)$$

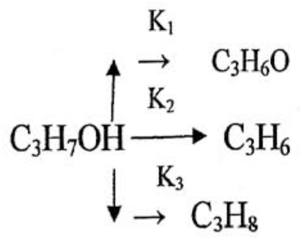
$$V = (k_1 + k_2)(a-x)$$

$$(k_1 + k_2) = K = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x}$$

که په مغلق کیمیاوي تعامل کې شامل ساده موازي تعاملونه لمړۍ درجه وي ، نو دلته په ساده تعاملونو کې د تولید شویوموادو د مولونواود ساده موازي تعاملونود سرعتونو تر منځ لاندې اړیکه موجوده ده .

$$x_1 / x_2 = k_1 / k_2 = k \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1\text{-}26)$$

مثال :د ونادیم ترای اکساید په موجودیت کې ایزو پروپینول په لاندې ډول تجزیه کیږي :



دتعامل په جریان کي د سستم د تودوخي درجه $588k^0$ وه . د تعامل د پیل څخه 4,3 ثانیي وروسته په سستم کي د شاملو موادو غلظتونه په لاندې ډول دي :

$$C = C_{C_3H_7OH} = 27,4 mol/L$$

$$X_1 = C_{C3H6O} = 7,5 \ mol/L$$

$$X_2 = C_{C3H6} = 8,1 mol/L$$

$$X_3 = C_{C3H8} = 1,7 \ mol/L$$

ددغه تجربي معلوماتو په مرسته د ایزوپروپینول د تجزیي دتعامل دسرعت ثابت حساب کړئ .

حل : د ایزوپروپینول لمړنی غلظت (C^0)مساوی کیږي :

$$C^0 = 27,4+7,5 + 8,1 + 1,7 = 44,7 \ mol/L$$
$$X = 7,5 + 8,1 + 1,7 = 17,3 \quad mol/L$$
$$C = C^0 - x = 44,7 - 17,3 = 27,4 \ mol/L$$

دپورتنیو موازي تعاملونو د سرعتونو مجموعه مساوي کیږي :

$$dx/dt = dx_1/dt + dx_2/dt + dx_3/dt$$

$$dx/dt = k_1(C^0 - x) + k_2(C^0 - x) + k_3(C^0 - x)$$

$$dx/dt = (k_1 + k_2 + k_3) (C^0 - x)$$

$$k_1 + k_2 + k_3 = K$$

$$dx/dt = K\,(C^0 - x)$$

داچي پورتني دري واړه موازي تعاملونه لمړی درجه کيمياوي تعاملونه دي پس ليکو:

$$K = (1/t)\,\ln\left[\frac{C^0}{(C^0 - x)}\right]$$

$$K = \frac{2{,}303}{4{,}3Sec}\,\log\,\frac{44{,}7}{27{,}4} = 0{,}115Sec$$

اوس د موازي تعاملونو د خاصيت پر اساس (26-1) د هر ساده تعامل د سرعت ثابت حسابوو :

$$dx_1/dt = k_1(C^0-x)$$

$$x_1/x_2 = k_1/k_2$$

$$dx_2/dt = k_2\,(C^0-x)$$

$$dx_3/dt = k_3(C^0-x)$$

$$x_2/x_3 = k_2/k_3$$

$$k_1 = K - (k_2 + k_3)$$

$$x_1/x_2 = k_1/k_2 = \frac{K - (k_2 + k_3)}{k_2}\,.$$

$$7{,}5 / 8{,}1 = \frac{0{,}115 - (k_2 + k_3)}{k_2}$$

$$7{,}5\, k_2 = 8{,}1 \,.\, 0{,}115 - 8{,}1\,(k_2 + k_3)$$

$$7{,}5 k_2 = 0{,}9315 - 8{,}1\,(k_2 + k_3)$$

$$15{,}6 k_2 = 0{,}9315 - 8{,}1 k_3$$

$$k_2 = \frac{0{,}9315 - 8{,}1 k_3}{15{,}6}$$

$$x_2/x_3 = k_2/k_3$$

$$8{,}1/1{,}7 = k_2/k_3 = \frac{0{,}9315 - 8{,}1 k_3}{15{,}6 k_3}$$

$$74{,}\,33 k_3 = 0{,}9315 - 8{,}1 k_3$$

$$82{,}4 k_3 = 0{,}9315$$

$$k_3 = 0{,}9315 / 82{,}4 = 1{,}135\,.10^{-2}\ \mathrm{Sec}^{-1}$$

$$k_2 = (0{,}931 - 0{,}01135\,.\,8{,}1) / 15{,}6$$

$$k_2 = 5,42 \cdot 10^{-2}\ Sec^{-1}$$

$$k_1 = K - (k_2 + k_3)$$

$$k_1 = 0,115 - (1,35 \cdot 10^{-2} + 5,42 \cdot 10^{-2})$$

$$k_1 = 4,95\ Sec$$

ج - متوالي تعاملونه:

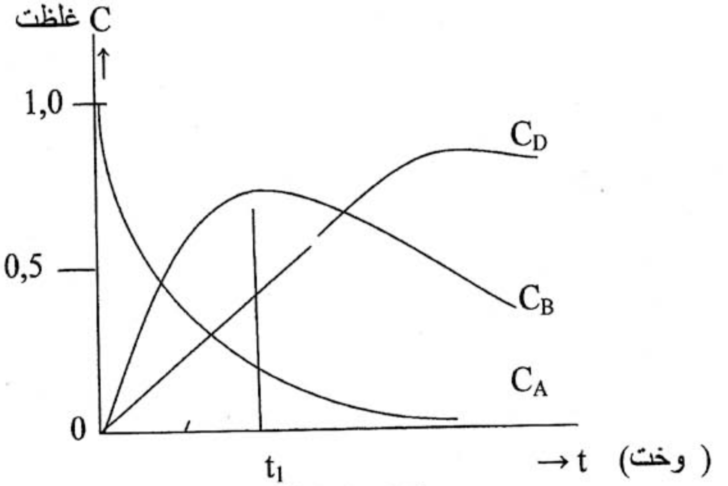
د متوالي تعاملونو عمومي شکل لاندې ورکړل شوی دی :

$$A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} D \qquad (1)$$

په دې تعامل کې B د D مادې د جوړېدو د بهیر منځنی ماده ده . د متوالي تعاملونو مثال لاندې ورکړل شوی دی .

$$C_{18}H_{32}O_{16} \xrightarrow{+H2O} C_6H_{12}O_6 + C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{+H2O} 3C_6H_{12}O_6$$

په متوالي تعاملونو کې د تر ټولو ټیټ(بطي) تعامل سرعت د عمومي تعامل سرعت ټاکي . په متوالي تعامل کې د شاملو موادو د غلظتونو د تغیر بڼه په (۷ ۱-۱) شکل کې وګورئ .



شکل (1-17)

په په پورتني (1) متوالي تعامل کي د شاملو موادو دغلظت (C) او وخت اړيکه

د (7 1-1) شکل څخه معلومېږي چې په (۱)تعامل کي د منځنی مادې (B)د جوړيدو پر منحني (C_B) د t_1په لحظه کي اعظمي نقطه رامنځته کيږي دشکل څخه معلومېږي چې t_1 تر لحظي پورې د A مادې د تخريب څخه د B ماده په چټکی جوړيږي اودB مادې د تخريب څخه ورو ورو د D ماده جوړيږي ،خو د t_1د لحظي وروسته د B مادې جوړيدل ورو کيږي او تخريب يې چټک کيږي يعنې د D جوړيدل تسريع کيږي .

5 ـدکيمياوي تعامل پر سرعت د تودوخې آغيز ، دتعامل دفعاله کولو انرژي

په متجانسو سستمونو کي د تودوخې د درجې د لوړيدو سره د اکثره کيمياوي تعاملونو سرعت لوړيږي . د ډير لږ شمير تعاملونو سرعت د تودوخې د درجې د لوړيدو سره لږ تغير کوي اويا هم پڅيږي (بطي کيږي). تجربو ښودلي ده چې د تودوخې د لسو درجو د لوړيدو سره د ګڼ شمير تعاملونو سرعت (۲تر ۴) کرته لوړيږي يعنې ليکو چې :

$$\frac{k(t+10)}{kt} = \gamma \qquad (1\text{-}27)$$

په وروستۍ معادله کې γ د کیمیاوي تعامل د سرعت د حرارتي ضریب په نوم یادیږي چې د ګڼ شمیر کیمیاوي تعاملونو د γ قیمت (۴-۲).دی. که څه هم د لږ شمیر کیمیاوي تعاملونو دγ قیمت (γ> ۴) دی لکه چې د ځینو انزایمي تعاملونو ($\gamma = 7$) دی او هم د میتایل اسیتیت دهایډرولیز په تعامل کې دγ قیمت($\gamma = 1{,}82$) دی او د ډیر لږشمیر تعاملونو (لکه $2NO + O_2 = 2NO_2$) دγ قیمت منفي ($\gamma < 0$)دی یعنې په آخري ډول تعاملونو کې د تودوخې د درجې د لوړیدو سره د کیمیاوي تعامل سرعت پخیږي(ورو کیږي) ، او د دې پیښې دلیل ددغه ډول تعملونو د میخانیکیت په ځانګړتیا پورې مربوط ګڼي . که دکیمیاوي تعامل د تودوخې درجه ($n.10$)کرته لوړه شي ، نو(۲۷-۱) معادله لاندې شکل اخلي :

$$\frac{k(t+n.10)}{kt} = \gamma^n \qquad (1\text{-}28)$$

مثال : د تودوخې په $10C^0$او $60C^0$ کې د یو کیمیاوي تعامل د سرعت ثابتونه لاندې ورکړل شوي دي :

$$k_{10} = 1{,}08 \cdot 10^{-4}\ Sec$$

$$k_{60} = 5{,}484 \cdot 10^{-2} Sec$$

د دغه تعامل حرارتي ضریب محاسبه کړئ .

حل: د (۲۸-۱) معادلې له مخې لیکو :

$$\frac{kt_2}{kt_1} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

$$\frac{k_{60}}{k_{10}} = \gamma^{\frac{(60-10)}{10}} = \gamma^{5}$$

$$\frac{5,484 \cdot 10^{-2}}{1,08 \cdot 10^{-4}} = \gamma^{5}$$

$$5,07 \cdot 10^{2} = \gamma^{5}$$

$$\log 5,07 + \log 10^{2} = 5 \log \gamma$$

$$\log \gamma = \frac{\log 5,07 + \log 10^{2}}{5} = \frac{0,705 + 2}{5} = 0,541$$

$$\gamma = 3,48$$

مثال : د يو كيمياوي *تعامل* حرارتي ضريب ($\gamma = 3$) **دى** كه ددغه تعامل د تودوخي درجه له $10C^0$ څخه $60C^0$ ته لوړه شي ، نو ددغه تعامل سرعت به څو كرته زيات شي .

حل :

د (۲۸-۱) معادلي له مخي ليكو:

$$Vt_2 / Vt_1 = 3^{t_2 - t_1 / 10} = 3^{5} = 243$$

يعني که د يوه کيمياوي تعامل حرارتي ضريب$(\gamma = 3)$ وي او ددغه تعامل د تودوخي درجه 50درجي لوړه شي ،نو ددغه تعامل سرعت به (۲۴۳) کرته زيات شي .او که د همدغه تعامل د تودوخي درجه ($50C^0$) را ټيټه شي . ، نو د نوموړي تعامل سرعت به (۲۴۳) کرته کم شي .

که څه هم د تودوخي درجه دتعامل په چاپيريال کي د موادو پر يو شمير فزيکي خواصو لکه د چاپيريال په سربښناکی ، د موادو د نفوذپرسرعت ، د چاپيريال پر سطحي کښښ او ازموتيک فشار هم اغيز کوي ، خو ددي ټولو په پرتله د کيمياوي تعامل پر سرعت د تودوخي د درجي آغيز زيات دی . د کيمياوي تعامل پر سرعت د تودوخي د درجي آغيز د متعادل جريان د تعادل پر ثابت (Kc) د تودوخي ددرجي د آغيز د معادلي څخه په لاندې ډول لاس ته راځي :

$$d\ln Kc / dT = \Delta U / RT^2$$

په پورتنی معادله Kc $(Kc = k_1/k_2)$ د کيمياوي تعامل د تعادل ثابت ، ΔU د تعامل د پيل دمخه اود تعامل د ختم وروسته د کيمياوي سستم دداخلی انرژی توپير ښيي . اوس که $\Delta U = E^*_1 - E^*_2$ وضع شي ، نو ليکو :

$$\frac{d\ln k_1/k_2}{dT} = \frac{E^*_1 - E^*_2}{RT^2}$$

$$\frac{d\ln k_1}{dT} - \frac{d\ln k_2}{dT} = \frac{E^*_1}{RT^2} - \frac{E_2^*}{RT^2}$$

د اخري معادلي له مخي ليکو :

$$dlnk_1/dT = E^*_1 /RT^2 + B$$

$$dlnk_2 /dT = E^*_2 / RT^2 + B$$

تجربو ښودلې ده چې $(B = 0)$ وي پس ليکلای شو چې :

$$\frac{dlnK}{dT} = \frac{E^*}{RT^2} \qquad (1-29)$$

(1-29)معادله د ارهينوس د معادلې په نوم ياديږي . دلته K د کيمياوي تعامل دسرعت ثابت او E^* ارهينوس د تعامل د پيل کولو (فعالولو) د انرژی په نوم ياده کړې ده . د تعامل د فعاله کولو انرژي هغه مقدار انرژي ده چې د تعامل کونکو موادو ذرات بايد په دغه اندازه انرژي ولري تر څو دهغوی تر منځ کيمياوي تعامل پيل شي . ياپه بله وينا د تعامل دفعالولوانرژي په عادي حالت کې د ماليکولو (اتومو، ايونو) د متوسطې انرژی څخه اضافه هغه انرژي ته ويل کيږي ، کومه چې تعامل کونکي ذرې يې بايد ولري تر څو د هغوی تر منځ کيمياوي تعامل پيل شي . دغه اضافي انرژي تعامل کونکي ذرې په لاندې بنو لرلای شي .

....

الف-د تعامل کونکوذرو د انتقالي او دوراني حرکتونو تسريع .

ب-په ماليکولو کې د اتومونو د اهتزازي حرکتونو تسريع .

ج-دمالکولونو په اتومونو کې د الکترونو راپارول (تحريکول).

د فعالولو د انرژۍ ددغه ډولونوارزښت د هر تعامل لپاره توپیر لري . دبیلګې په توګه د ایودین د حرارتي تونې کیدوپه تعامل کې دایودین په مالیکولونو کې د اتومونود اهتزازي حرکتونو تحریکول لوی رول لري. .

$$I_2 \rightarrow I + I$$

او په لاندې ځنځیري تعامل کې د رڼا د انرژۍ په مرسته د کلورین په اتومونو کې د الکترونو تحریکول اساسي رول لري :

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

کیمیاوي تعامل ته د تعامل کونکو موادو د هڅولو ځیني فزیکي لارې لاندې په ګوته کیږي .

د – د رڼا (د لید وړ اود بنفش څخه پورته یا مورای بنفش) وړانګو په واسطه د کیمیاوي تعامل هڅول (راپارول) : دادول تعاملونه په فوتو کیمیا کې څیړل کیږي .

هه- د لایزر د وړانګو په واسطه د کیمیاوي تعاملونو هڅول (راپارول): د لایزر د وړانګو ځیني ځانګړتیاوې عادي رڼا نه لري . دتعامل کونکو موادو په واسطه ددې وړانکو د انتخابي جذب له کبله ځانګړي تعاملونه تر سره کیږي . د بیلګې په توګه که د میتایل الکهول او د دیترومتایل الکهول ګډوله د برومین سره یو ځای شي اود لایزر د وړانګو د تشعشع په لار کې کیښودل شي ، نو دلته یواځې CH_3OH برومینیشن کیږي او CD_3OD چې د لایزر وړانګې نه جذبوي د برومین سره تعامل نه کوي . همدادول ګرافیت (چې د تودوخې د لوړې درجې او لوړ فشار لاندې په الماس اوړي) د لایزر د وړانګو تر آغیز اندې په الماس بدلیږي .
و- د رنتګن وړانګې ، د ګاما وړانګې ، د نیوترونو بهیر اودرڼا د لوړې انرژۍ لرونکې وړانګې په کیمیاوي موادو کې د ژورو تغیراتو سبب ګرځي چې له دې کبله کیمیاوي مواد کیمیاوي تعامل ته هڅول کیږي .

ز- ایونایز کونکي وړانګي : د ایونایزکونکو وړانګو د اغیز څرنګوالی په رادیو کیمیا کي څیړل کیږي .

س – د میخانیکي قواو تر آغیز لاندې د کیمیاوی تعاملونو څیړنه د میخانو کیمیا په نوم یادیږي . د میخانیکي قواو تر آغیز لاندې د کیمیاوي موادو میده کیدل ، سولیدل او په نتیجه کي د کیمیاوي تعامل اجراکیدل څیړل کیږي . د بیلګي په توګه د $V_2O_5.P_2O_5$.$4H_2O$مواد
و دیوډرو د سولیدلو په پایله کي دهغي څخه H_3PO_4 اوH_2O . V_2O_5 لاس ته راځي .
ش- د ضربه یی امواجو(کوم چي د انفجارونو پر مهال منځ ته راځي)تر آغیز لاندې د کیمیاوي تعامل اجرا کول هغه نورې لارې دي چي په دې وروستیو کالونو کي څیړل کیږي .

....

که دا فرض شي چي د تعامل د فعال کولو انرژي د تو دوخي د درجي د تغیر سره تغیر نه کوي ، نو په هغه صورت کي د (۲۹-۱) معادلي انتیګرال نیسو او لیکو :

$$\int \frac{d\ln k}{dt} = \int \frac{E^*}{RT^2}$$

$$\int d\ln k = E^* \int \frac{dt}{RT^2}$$

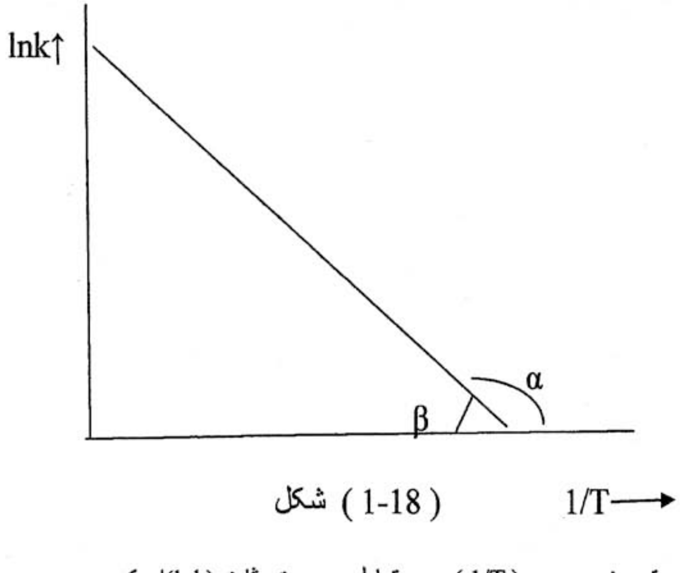
$$\ln k = -\frac{E^*}{RT} + C \qquad (1\text{-}30)$$

په (30-1) معادله کي که انتيګرالي ثابت C (C= lnB) وضع شي ، نو لاس ته راځي چي :

$$\ln k = \ln B - \frac{E^*}{RT}$$

$$k = B\, e^{-E^*/RT} \qquad (1-31)$$

په وروستيو افادو کي B د اعظمي سرعت مفهوم لري . يعني دا هغه حالت دی چي د تعامل کونکو موادو د ذرو تر منځ هر تکر د کيمياوي تعامل سبب ګرځي . د (۳۰-۱) معادلي څخه معلو ميږي د کيمياوي تعامل د سرعت ثابت(k)د تودوخي د درجي (1/T) سره خطي
اړيکه لري . دغه ارتباط په (8 1-1) شکل کي ښودل شوی دی .



شکل (1-18)

دتودوخي د درجي(1/T)سره د تعامل د سرعت دثابت (lnk)اړيکه

$$tg\,\alpha = -\ \ tg\,\beta$$

$$tg\,\alpha = -\ E^{*}/R \qquad (1\text{-}32)$$

پس که د کیمیاوي تعامل د سرعت ثابت د تودوخي په څو درجو کي پیدا او)
(8 -1 1شکل لاس ته راوړو ، نو د (1-32) افادې په مرسته د اړوند
کیمیاوي تعامل د فعالولو انرژي (E^{*}) محاسبه کولای شو . که د (۱-۲۹)
معادلي انتیګرال د تودوخي په T_1 اوT_2 درجو تر منځ ونیول شي .نو لیکو چي

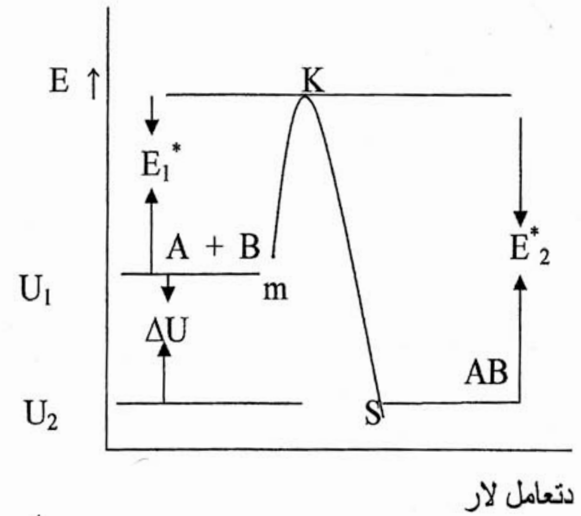
$$\ln\ k_2 / k_1 = E^{*} / R \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \qquad (1\text{-}33)$$

پس که د کیمیاوي تعامل د سرعت ثابت په T_1 او T_2 درجو کي عملا معلوم
کړای شي . نو د (۱-۳۳) معادلي په مرسته هم کولای شو چي د اړوند تعامل
دفعالو لو انرژي محاسبه کړو . د (1-30) معادلي څخه معلومیږي چي هر
څومره چي د یو تعامل د فعال کولو انرژي زیاته وي په همغه اندول د تودوخي
د درجي د لوړیدو سره دتعامل سرعت لا زیاتیږي . همدا وجه ده چي که یو
کیمیاوي تعامل د تعادل په حال کي وي اود سستم د تودوخي درجه لوړه شي ،
نو اندو ترمیک تعامل د اکزو ترمیک تعامل په پرتله ډیر چټک(ډیر سریع)
کیږي او کیمیاوي تعادل د اندو تر میک تعامل په لوري درنیږي .

د فعالولو د انرژۍ فزیکي مفهوم : لاندې یو رجعي کیمیاوي تعامل ورکړل
شوی دی .

$$A + B \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} AB \qquad \Delta U < 0$$

د پورتني تعامل په بهیر کي د سستم د انرژۍ تغیر په (1-20) شکل کي ښودل
شوی دی



(1-19) شکل

د $A + B \leftrightarrow AB$ تعامل په بهیر کي د سستم د انرژی تغیر

په پورتني شکل کې U_1 په عادي شرایطو کي داولیه موادو د داخلي انرژی سویه او U_2 په عادي شرایطو کي د تعامل څخه د لاس ته راغلیو موادو (دتعامل د حاصلاتو) د داخلي انرژی سویه ښيي . د mks منحني د چپ لاس څخه ښيي لاس ته تعامل (1) اود skm منحني د ښيي لاس څخه چپ لاس ته تعامل (2) دبهیر لار ښيي . د ښيي لور څخه چپ لور ته تعامل اندو ترمیک اود چپ لور څخه ښيي لور ته تعامل اکزو ترمیک دی . ددغه اکزو ترمیک تعامل په پایله کي د ΔU ($\Delta U=U_2-U_1$) په اندازه انرژي ددې سستم څخه آزاده شوی ده . واضح خبره ده چې دغه تعامل په عادي شرایطو کي صورت نه مومي . ددې لپاره چې د چپ لوري څخه ښيي لور ته تعامل پیل شي ، نود (A + B)موادو انرژي باید د عادي شرایطو په پرتله د E_1^* په اندازه زیاته شي .اوددې لپاره چې د ښيي لور څخه چب لوري ته تعامل (د AB د تجزیه کیدو تعامل) پیل شي دلته باید د AB مادې انرژي د عادي شرایطو په پرتله د E_2^* په اندازه زیاته شي . پس E_1^* د(1)

تعامل او E_2^* د (2) تعامل د فعالو لو د انرژۍ په نوم یادیږي .او لکه چي په شکل کي ښکاري د ښيي لاس څخه د چپ لاس په لور او هم د چپ لاس څخه د ښيي لاس په لور د دواړو تعاملونو د پیل کیدو پروخت د سستم د انرژۍ سویه باید دkتر نقطي پوري لوړه شي ،نو ځکه k د انرژيکي برير (انرژيکي مانع یا د انرژيکي سرحد) په نوم یادیږي . لاندي د ځینو تعاملونو دفعالولو انرژۍ ورکړل شويدي .

کیمیاوي تعامل	E^* - Kj . mol^{-1}
$H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$	160
$NOCl + NOCl \rightarrow 2NO + Cl_2$	109
$H_2 + H^{\cdot} \rightarrow H^{\cdot} + H_2$	35,6
$OH^{\cdot} + H_2 \rightarrow H_2O + H^{\cdot}$	41,8

مثالونه

1-10-د ایتایل اسیتیت محلول(0,01N) د سودیم هایدروکساید د محلول (0,002N) په واسطه دتودوخي په ($293K^0$) کي په ۲۳ دقیقو کي لس فیصده تصبن کیږي . که د تعامل کونکو موادو غلظتونه لس ځله لږ اود تودوخي درجه (15^0) لوړه شي ،نو په دي شرایطو کي به د ایتایل اسیتیت لس فیصده په څومره وخت کي تصبن شي .

حل:د ایتایل اسیتیت د تصبن معادله لاندي ورکړل شوي ده :

$$CH_3COOC_2H_5 + NaOH \rightarrow CH_3COONa + C_2H_5OH$$

داچي د پورتني تعامل د موادو لمړني غلظتونه یوشي نه دي

($C^0_A \neq C^0_B$) او پورتنی تعامل دویمه درجه تعامل دی ، نو د **(1-18)

معادلي له مخي ليکو:

$$K_{11}=\frac{2,303}{t(C^0_A-C^0_B)}\log\frac{(C^0_A-x)\,C^0_B}{(C^0_B-x)\,C^0_A}$$

$$C^0_A=0,01N$$

$$C^0_B=0,002N$$

$$x=0,1\,C^0_A=0,1\,.\,0,01$$

$$K_{11}\frac{2,303}{23(0,01-0,002)}\log\frac{(0,01-0,1\,.\,0,01)\,0,002}{(0,002-0,1\,.0,01)\,0,01}=$$

$$=3,19\ mol^{-1}\,.\,L.\,min^{-1}$$

کله چي د تعامل کونکو موادو اولني غلظتونه لس ځلي کم ونيول شي ، نو ليکو

$$C^0_A=0,01\,.\,0,1=0,001N$$

$$C^0_B=0,002\,.\,0,1=0,0002N$$

$$x=C^0_A\,.0,1=0,0001N$$

$$k_{11}=3,19=\frac{2,303}{\tau(0,001-0,0002)}\log\frac{(0,001-0,0001)\,0,0002}{(0,0002-0,0001)\,0,001}$$

$$\tau = \frac{2,303}{3,19\,(0,001 - 0,0002)} \log \frac{(0,001 - 0,0001)\,0,0002}{(0,0002 - 0.0001)\,0,001}$$

$= 230$ .min

يعني كه دتعامل كونكو موادو غلظتونه لس ځلي لږ شي .نو دتعامل سرعت به هم لس ځلي لږ شي . كه ددغه تعامل حرارتي ضريب $\gamma=2$ فرض شي ، نو كه د تودوخي درجه($t_2-t_1=15$) درجي لوړه شي ، نو لروچي :

$$Vt_2 = Vt_1 \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

$$Vt_2 = Vt_1 \cdot 2^{1,5} = Vt_1 \cdot 2,84$$

ليدل كيږي چي كه د تودوخي درجه ۱۵ درجي لوړه شي ،نو د تعامل سرعت 2,84 ځلي زياتيږي اود ايتايل اسيتيت لس فيصده په $23/2,84= 8,45$ دقيقو كي تصبن كيږي . ولي داچي د تعامل كونكو موادو د لمړنيو غلظتونو د كميدو په وجه د تعامل سرعت لس ځلي كم شوى دى ، نو په دې شرايطو كي به دايتايل اسيتيت لس فيصده په :

$$23\,(10 \div 2,84)=80,9\text{min}$$

وخت كي تصبن شي .

11-1- د تودوخي په ۱۰ سانتيگراد او ۶۰ سانتيگراد كي د يو كيمياوي تعامل د سرعت ثابتونه په لاندي ډول وركړل شوي دي .

$$K_{10} = 1,08 \cdot 10^{-4}\ \text{Sec}^{-1}$$

$$K_{60} = 5,4 . 10^{-2}\ Sec^{-1}$$

الف ــ ددغه تعامل د فعالولو انرژي حساب کړئ .

ب- د دغه تعامل د سرعت ثابت د تودوخي په $30C^0$ کي حساب کړئ

حل : د ارهینیوس د معادلې (۳۳-۱) په اساس د کیمیاوي تعامل د فعالولو انرژي د تودوخي په t_1 او t_2 درجوکي د دغه تعامل د سرعتونو د ثابتونو (k_1 او k_2 په مرسته په لاندې ډول حسابیږي :

$$\log \frac{K_2}{K_1} = \frac{E^*}{2,303R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\log \frac{5,4 .10^{-2}}{1,08 .10-4} = \frac{E^*}{2,3. 1,987} \left(\frac{1}{283} - \frac{1}{333} \right)$$

$$E^* = 2466\ Cal\ .mol^{-1}$$

همداډول د ارهینیوس د معادلې د بل شکل (۱- ۳۰) په اساس لرو چې :

$$\ln K = - (E^* /\ RT) + C$$

$$2,3 \log K_{10} = 2,3\log (1,08 . 10^{-4}) = \frac{-2,24668}{1,987 . 283} + C$$

$$C = 34,8$$

$$2,303 \log K_{30} = \frac{-24668}{1,987 \ . \ 303} + 34,8$$

$$2,303 \log K_{30} = -40,9 + 34,8$$

$$\log K_{30} = -2,66 = \bar{3},34$$

$$K_{30} = 2,188 \ . \ 10^{-3}$$

د دوه ماليکولي تعاملونو تيوري :

بايد وويل شي چې اکثره تعاملونه دوه ماليکولي منشاء لري . په دې هکله د فعاله ټکرونو تيوري اود انتقالي مرحلې تيوري لاندې تشريح کيږي .

د ټکرونو تيوري : دکيمياوي تعامل د فعالولو انرژي اود ماليکولو کنتيکي تيوري د ټکرونو د تيوري بنسټ جوړوي . لاندې د غاز دوه ماليکولونه په پام کې نيسو:

$$2A \rightarrow P$$

که د تعامل کونکو موادو غلظت په n (n -په يو واحد حجم کې د يوې مادې د ماليکولونو شمير ښيي .) اود کيمياوي تعامل سرعت په V (V – په يو واحد

حجم کې په يو واحد وخت کې په تعامل کې د مصرف شويو يا د تعامل څخه د لاس ته راغليو ماليکولو شمير ښيي) .او په يو واحد حجم کې په يو واحد وخت کې د n ماليکولو د ټکرونو شمير په Z وښودل شي ، نو ليکو چې :

$$Z = \frac{\sqrt{2}.}{2} \pi \ D^2 n^2 U . n^2 \qquad (1\text{-}34)$$

په (۱-۳۴) معادله کې D – د ماليکول موثر قطر او U – د ماليکولونو منځنی سرعت دی .

$$U = \sqrt{8RT/\pi M}$$

په وروستی افاده کې M د ټکر کونکي ماليکول ماليکولي کتله او T د تودوخې درجه ښيي . اوس د U قيمت په (۱-۳۴) افاده کې ږدو او ليکو :

$$Z = 2D^2 n^2 \sqrt{\pi RT/M} \qquad (1\text{-}35)$$

دبولتزمن د قانون له مخې د غاز د ماليکولونو تر منځ د فعاله ټکرونو (هغه ټکرونه چې د ټکر کونکو ماليکولونو انرژي د تعامل د پيل کولو د انرژی څخه زياته وي .)شمير مساوي کيږي :

$$Z^* = Z . e^{-E^*/RT}$$

په وروستی افاده کې Z د عمومي ټکرونو شمير Z^* د فعاله ټکرونو شمير ښيي . که ورکړل شوي کيمياوي تعامل ته ځير شو ، نو ليدل کيږي چې په هر فعال ټکر کې د A مادې دوه ماليکولونه مصرفيږي . پس دلته د کيمياوي تعامل سرعت د فعاله ټکرونو دوه چنده دی . يعني ليکو چې :

$$V = 2Z^{*}$$

$$V = 2Ze^{-E^{*}/RT} \qquad (1\text{-}36)$$

$$V = 4D^2 \sqrt{\pi RT / M} \, . \, e^{-E^{*}/RT} \, . \, n^2 \qquad (1\text{-}36)^{'}$$

$$V = K \, . \, n^2 \qquad (1\text{-}37)$$

د (۳۶-۱) معادلې څخه ښکاري چې د کيمياوي تعامل سرعت د تعامل کونکي مادې د غلظت د مربع سره مستقيم تناسب لري . پس په (۳۷-۱) معادله کې K د تعامل دسرعت د ثابت مفهوم لري . داځکه چې که (n=1) وي ،نو V =K کيږي اود تعريف له مخې د کيمياوي تعامل د سرعت ثابت ددغه تعامل د هغه سرعت سره مساوي کيږي ، کله چې د تعامل کونکو موادو غلظت يو وي . د (۳۶-۱) او (۳۷-۱) معادلو له مخې ليکو:

$$K = V / n^2 = (2Z/n^2) \, . \, e^{-E^{*}/RT} \qquad (1\text{-}38)$$

د(1-38) او (1-31) معادلو د پرتله کولو له مخې معلوميږي چې په (۱- ۳۱) معادله کې دBضريب په يو واحد وخت کې په يو واحد حجم کې د ماليکولونو د عمومي ټکر سره مستقيم تناسب لري . او کله چې (n=1) وي د B قيمت د ټولو ټکرونو دوه چنده وي . ،خو د لاندې ډول تعامل لپاره

$$A + R \rightarrow P$$

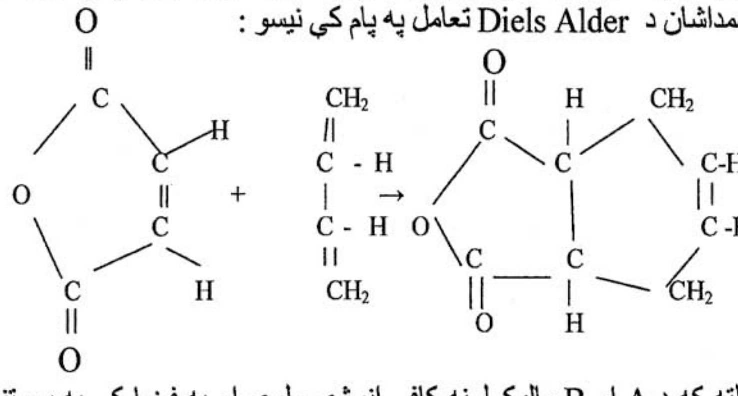
د B قيمت په يو واحد حجم کې په يو واحد وخت کې د ټولو ټکرونو سره مساوي کيږي (B=Z).او له دې کبله د ارهينيوس معادله په لاندې بڼه هم ليکي :

$$K = Z \, . \, e^{-E^{*}/RT} \qquad (1\text{-}39)$$

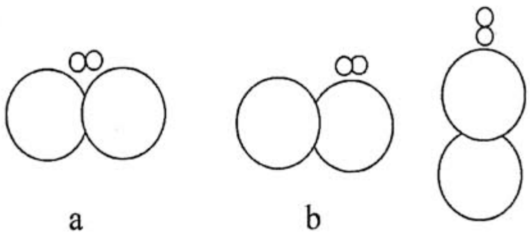
دتجربي معلوماتو له مخي آخري معادله د هغه غازونو تر منځ د کیمیاوي تعامل دسرعت د ثابت د محاسبه کولو لپاره ښه د تطبیق وړده کوم چې ساده مالیکولونه لري اود مغلق مالیکولي جوړښت لرونکو غازونو او په ځانګړې توګه د محلولونو لپاره پوره د تطبیق وړ نه ده ، داځکه چې ددغه معادلې په ثبوت کې دغاز مالیکولونه کروي او سختې ذرې په پام کې نیول شوې دي . په داسې حال کې چې لوی او مغلق جوړښت لرونکي مالیکولونه اکثرا کروي شکل نلري .نو ځکه د غازونو د مالیکولونو ترمنځ د ټکر پر وخت د کیمیاوي تعامل د پیل کیدو لپاره فضایي فکتور (ρ) هم لوی رول لري او (۳۹-۱) معادله باید په لاندې بڼه ولیکل شي :

$$K = Z \cdot \rho \cdot e^{-E^*/RT} \qquad (1\text{-}40)$$

د فضایي فکتور د ماهیت د پیژنلو لپاره لاندې مثالونه په پام کې نیسو :
که د باسکتبال توپ د ګول کولو په هدف د کړی په لور واچول شي ، کیدای شي توپ پر تخته ولګیږي او په کړی کې ونه غورځي . او هم کیدای شي توپ د کړی پرځنده ولګیږي اود کړی په داخل کې ونه غورځي . او یواځې هغه توپ چې د کړی په منځ وربرابر شي په کړی کې وغورځي (ګول شي) .
همداشان د Diels Alder تعامل په پام کې نیسو :



دلته که د A او B مالیکولونه کافي انرژي ولري او په فضا کې په پورتنۍ بڼه یو بل سره مخامخ شي (ټکر وکړي)، نو تعامل صورت مومي . او که د A مالیکول د B د مالیکول سر ه په فضا کې په بله بڼه ټکر وکړي پورتنۍ تعامل صورت نه مومي . همداشان لاندې کروي مالیکولونه چې د تعامل لپاره کافي انرژي لري په پام کې نیسو .



دلته تعامل کونکي ماليکولونه که د a شکل په بڼه يود بل سره ټکر وکړي ، نو د هغوی تر منځ کيمياوي تعامل صورت مومي او له هغي پرته د هغوئ ترمنځ ټکر د کيمياوي تعامل سبب نه ګرځي . پس د ماليکولونو ترمنځ د کيمياوي تعامل د پيل کيدو لپاره د تعامل د فعالولو د انرژی سربيره په فضا کي د ماليکولونو د ټکر پروخت د هغوی مناسب مخامخ کيدل هم ضروري دي چي دغه عامل د فضايي فکتور په نوم ياد او په ρ ښودل کلږي .

$$\rho = e^{\Delta S / R} \qquad (1\text{-}41)$$

او (1-41) معادله په لاندي بڼه هم ليکل کيږي :

$$K = Ze^{-E^{*}/RT} \,.\, e^{\Delta S^{*}/R} \qquad (1\text{-}42)$$

د فضايي فکتور اعظمي قيمت $\rho = 1$ اود زياتو تعاملونو لپاره $\rho < 1$ دی .
مثال : تجربو ښودلي ده چي د هايدروجن ايودايد دغاز تجزيه کيدل دوه ماليکولي تعامل دی چي د فعالولو انرژي يي $E^{*} = 1848.10^{5}$ ژول في مول ده . دغه تعامل د تودوخي په $566,2K^{0}$ کي صورت مومي . د هايدروجن ايودايد د غاز د لزوجيت له مخي ددغه غاز د ماليکول قطر $3,5.\ 10^{-10}$ محاسبه شوی دی . که د هايدروجن ايودايد غلظت $1kmol\ .m^{-3}$, وي ، نو د تودوخي په $566,2K^{0}$ کي د هايدروجن ايودايد د تجزيه کيدود تعامل د سرعت ثابت حساب کړئ .

حل : د ارهینیوس د معادلې (۴۰-۱) په اساس لیکو :

$$K= \rho Z e^{-E^*/RT}$$

په وروستی معادله کې ρ د احتمالاتو فکتور یا فضایي فکتور دي . Z د n په شمیر مالیکولو تر منځ په یو واحد حجم او یو واحد وخت کې د تولو ټکرونو شمیر ښیي کوم چې دلاندې فورمول په واسطه حسابیږي

$$Z = (\sqrt{2}/2)\ \pi D^2 U .n^2$$

په وروستی افاده کې D د مالیکول مؤثر قطر او U د مالیکول منځنی سرعت ښیي :

$$.U = \sqrt{8RT/\pi M} \quad = 3,3\ .\ 10^{9}$$

په اخري افاده کې Tد تودوخې درجه او Mد تعامل کونکي مادې مالیکولي کتله ښیي . دسوال په شرایطو کې د هایدروجن ایودايد غلظت یو کیلو مول في متر مکعب ورکړل شوی دی پس لیکو چې :

$$n = \frac{6,02.10^{23}\ .10^{3}}{10^{6}\ cm^{3}} = 6,02.\ 10^{20}\ molecul.cm^{-3}$$

$$Z = \sqrt{2}/2[\ 3,14\ (\ 3,5\ .10^{-10}m)^2\ \ .3,3\ .\ 10^{9}\ (\ 6,02\ .1^{20}\ )^2\ =3,3.10^{31}$$

داچې په هر ټکر کې اقلا دوه مالیکولونه برخه اخلي پس د ټکر کونکو مالیکولونو ټول شمیر د ټکرونو دوه چنده دی نو لیکو چې :

$$\rho Z = 3,3\ .\ 10^{31}\ .\ 2 = 6,6.10^{31}\ molecul\ .m^{-3}$$

آخري عدد په 10^6کي ضرب اود اوګدرو پر عدد تقسیم شي ، نو په یو متر مکعب حجم کي دکیلو مولونو شمیر د کومو مالیکولونه چي په یوه ثانیه کي تکر کولای شي لاس ته راځي :

$$\rho Z_0 = \frac{6{,}6 \,.\, 10^{31} \,.\, 10^{6}}{6{,}02\; 10^{26}} = 1{,}1 \,.10^{11}$$

$$K = \rho\, Z_0 \;.\; e^{-E^*/RT}$$

$$K = 1{,}1 \,.\, 10^{11} \;.\; e^{-1848 .10^{5} / 8{,}319 \,.\, 566{,}2}$$

$$K = 1{,}1 \,.\, 10^{11} \,.\, 5 \,.10^{-18} = 5{,}5 \,.10^{-7}\ min^{-1}\ m^{3}\ .mol^{-1}$$

دمغلق فعال جوړښت لرونکو ذرو یا د انتقالي حالت نظریه
(The active complex theory)

دانظریه د ایرنګ او پولیاني(Evans , Eyring M. Polany) لخوا په ۱۹۳۵ کال رامنځ ته شوی ده . ددې نظر یې پر اساس هر کیمیاوي تعامل د یوې انتقالي مرحلي څخه (په کومه کي چي د تعامل کونکو ذرو څخه یو مغلق فعال جوړښت منځ ته راځي) تیریږي . مغلق جوړښت لرونکي فعاله ذره غیر ثابته وي ، په اسانی او ژر تجزیه کیږي اود تعامل حاصلات منځ ته راوړي . داچي مغلق جوړښت لرونکي فعاله ذره د تعامل د اولیه موادو اود تعامل د حاصلاتو په پرتله تر تولو زیاته انرژي لري ، نو ځکه دغه جوړښت ته مالیکول او یا هم د تعامل حاصل نه شو ویلای . د مغلق فعال جوړښت لرونکو ذرو یا د انتقالي حالت د تیوری پر اساس د کیمیاوي تعامل میخانیکیت داسي تشریح کیږي:

د کیمیاوي تعامل په بهیر کي د تعامل کونکو مالیکولونو تر منځ یوپر بل د متقابل آغیز له کبله د مالیکولونو په داخل کي د اتومونو ترمنځ فاصلي تغیر کوي (زیاتیږي) او په پایله کي د مالیکولونو په منځ کي د اتومونوتر منځ زړې کیمیاوي اړیکي ورو ورو سستیږي او پر ځای یې د نورو اتومونو ترمنځ

نوي كيمياوي اړيکي په جوړيدو پيل کوي . دتعامل کونکو ماليکولونو داډول جوړښت د مغلق فعال جوړښت په نوم ياد وي . دمغلق فعال جوړښت د جوړيدو انرژي دکيمياوي تعامل د فعلولو د انرژۍ سره مساوي وي . د بيلګې په توګه د هايروجن ايودايد دوه ماليکولي تعامل د انتقالي حالت د تيورۍ په اساس په لاندې ډول ښودل کيږي :

$$
\begin{array}{ccccccc}
H & & H & & H & H & H-H \\
| & & | & \rightarrow & \vdots & \vdots \ \rightarrow & \\
I & & I & & I & I & I-I
\end{array}
$$

$$2HI \rightarrow H_2 + I_2$$

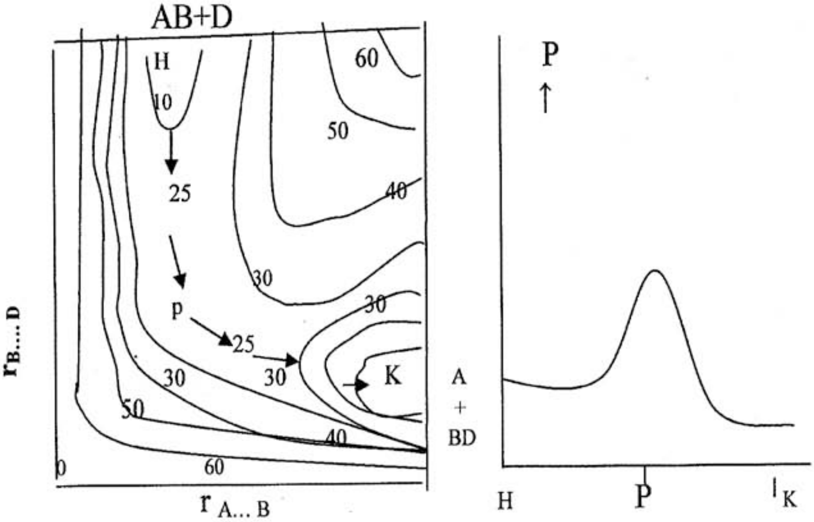
د کيمياوي تعامل په بهير کې د تعمل کونکو ماليکولونو څخه د مغلق فعال جوړښت لرونکو ذرو منځ ته راتلل د انرژۍ د دياګرام په واسطه په لاندې ډول تشريح کيږي :

په انرژيکي دياګرام کې په تعمل کونکو ماليکولوکي د اتومو تر منځ د فاصلو د تغيرپه وجه د سستم د انرژۍ تغير ښودل کيږي . د بيلګې په توګه د لاندې کيمياوي تعامل انرژيکي دياګرام څيړو .

$$AB \ + \ D \ \rightarrow \ (ABD)^* \ \rightarrow \ A \ + \ BD$$

د پورتني تعامل په بهير کې د D اتوم د AB ماليکول ته ورنژدې کيږي . اود هغه سره د *(ABD) مغلق فعال جوړښت منځ ته راوړي . نظري محاسبې ښيي چې د مستقيم خط په اوږدو د اتومونو يوبل ته نژدې کيدل په لږه انرژۍ تر سره کيږي . اوددې کار احتمال زيات وي . په (20-1) شکل کې د A-B او B-D اتومونو ترمنځ فاصلې د وضعيه کمياتو پر دوه محورونو ښودل شوي دي . په دغه شکل کې د HPK خط د کيمياوي تعامل لار (بهير) او پر دغه خط د P نقطه د تعامل په بهير کې د مغلق فعال جوړښت *(ABD) رامنځ ته کيدل ښيي . کله چې د اتومونو تر منځ فاصلې تغير کوي ، نو د هغې سره سم پوتانسيلي انرژي (P)هم تغير کوي . چې دغه تغيرات د ايزو انرژيک

منحنيانو په واسطه (چي د نظريي محاسبې څخه لاس ته راځي) ښودل شوي دي .



الف (1-20) شکل ب ←د تعامل کواردينات

د D او AB تعامل کونکو موادو په ماليکولو کې د اتومو ترمنځ د فاصلو د تغير سره د سستم د پوتانسيلي انرژۍ تغير .

په (1-20) شکل کې ليدل کيږي چې د تعامل په بهير کې (دHPKخط په اوږدو) د تعامل په پيل کې د AB ماليکول ته دDاتوم د ورنژدې کېدو په جريان کې د P تر نقطې پورې پوتانسيلي انرژي په پرلپسې ډول زياتيږي . اود P د نقطې وروسته چې د B او D تر منځ فاصله ورو ورو لږه اود A او B تر منځ فاصله په پرلپسې توګه زياتيږي ،نو د PK د خط په اوږدو د سستم انرژي په تدريجي توګه کميږي . په (1-20) شکل کې ليدل کيږي چې د HPK د منحني دواړو اړخونو ته د ايزو انرژيک منحنيانو انرژي د HPK د منحني په پرتله زياته ده . او هرڅومره چې د HPK د منحني څخه ليرې ولاړ شو څو د ايزوانرژيک منحنيانو انرژي لازياتيږي . پس ليدل کيږي چې د HPKلاره د انرژۍ له پلوه ترټولو اسانه لاره ده چې پر هغې د تعامل په بهير کې لږه

انرژي مصرفيږي . يعني د HPK لاره تر ټولو محتمله لاره ده چې پر هغې د کيمياوي تعامل جريان صورت مومي او په دې لار کې د P په نقطه کې چې کوم مغلق فعال جوړښت منځ ته راځي ددغې لارې د تر ټولو نقطو په پرتله زياته انرژي لري . کومه چې د تعامل کونکو موادو څخه د مغلق فعال جوړښت د منځ ته راتلو سبب ګرځي اود تعامل د فعالولو د انرژی په نوم يادېږي .د انتقالي حالت په نظريه کې د مغلق فعال جوړښت رامنځ ته کيدل رجعي جريان اود مغلق فعال جوړښت تجزيه کيدل اود هغې څخه د تعامل حاصلات لاس ته راتلل غير رجعي جريان په پام کې نيول کيږي يعني ليکو چې

$$AB + D \leftrightarrow (ABD)^{*} \rightarrow BD + A$$

د انتقالي حالت د نظر يې پر اساس د کيمياوي تعامل د سرعت افاده چې د ستاتستيک په متود استنباط کيږي په لاندې ډول ده :

$$V = (RT/N_0h)\,K^{*}\,C_{AB}\,.\,C_D \qquad (1\text{-}43)$$

په (۴۳-۱)افاده کې N_0 د اووګدرو عدد ، Tد تودوخې درجه ، h د پلانک ثابت ، V د کيمياوي تعامل سرعت ، C_D او C_{AB} د D او AB موادو غلظتونه او K^{*} د اوليه موادو څخه د مغلق فعال جوړښت د جوړيدو د رجعي جريان د تعادل ثابت ښيي . که (۴۳-۱) معادله د دويمې درجې تعاملونو د سرعت د افادې(۷-۱) سره پرتله شي ، نو ليدل کيږي :

$$K = \frac{RT}{N_0h}\,K^{*} \qquad (1\text{-}44)$$

(۴۴-۱) معادله د انتقالي حالت د نظريې د اساسي معادلې په نوم يادېږي . دغه معادله نه يوازې د دوه ماليکولي بلکې د ټولو کيمياوي تعاملونو لپاره د تطبيق وړ ده . د مغلق فعال جوړښت دجوړيدو د رجعي جريان د تعادل د ثابت لپاره د ترموديناميک د دويم قانون په اساس ليکو:

$\Delta G^0 = -RT \ln K = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ د کیمیاوي رجعي تعامل د تعادل حالت

$\Delta G^* = -RT\ln K^* = \Delta H^* - T\Delta S^*$ دمغلق فعال جوړښت د رجعي جريان د تعادل حالت

$$K^* = e^{-\Delta G^*/RT} = e^{-\Delta H^*/RT} \cdot e^{\Delta S^*/R}$$

د K^* داقیمت په (۴۴-۱) معادله کې ږدو اود غاز په فاز کې د کیمیاوي تعامل د تعادل د ثابت معادله په لاندې ډول لاس ته راوړو :

$$K = (RT / N_0h) \cdot e^{\Delta S^*/R} \cdot e^{-\Delta H^*/RT} \quad (1\text{-}45)$$

په پورتنیو معادلو کې ΔS^* , ΔH^* , ΔG^* دکیمیاوي تعامل د فعالولو انتروپي ، انتالپي ، او ایزوبار ایزو ترمیک پوتانسیل ښيي . پس که دکیمیاوي تعامل دفعالولو انتروپي ، انتالپي اود ایزوبار ایزوترمیک پوتانسیل قیمتونه وپیژنو ، نو د (۴۵-۱) معادلې له مخې کولای شو د اړوند کیمیاوي تعامل د سرعت ثابت حساب کړو .

اوس د (۴۴-۱) معادلې د اطرافو لوګارتم نیسو او لیکو:

$$\ln K = \ln(R/N_0h) + \ln T + \ln K^*$$

د وروستی معادلې مشتق د T په نسبت نیسو او لیکو :

$$d\ln K / dT = 1/T + d\ln K^*/dT \quad (1\text{-}46)$$

د ارهینیوس د معادلې (۱- ۲۹) اود تودوخې د درجې سره د متعادل جریان د تعادل د ثابت د ارتباط له مخې لیکو:

$$d\ln K / dT = E^* / RT^2$$

$$dlnK^* / dT = \Delta H^* / RT^2$$

داقیمتونه په (۴۶-۱) معادله کې ږدو او لیکو:

$$E^*/RT^2 = 1/T + \Delta H^* / RT^2$$

$$E^* = RT + \Delta H^* \qquad (1\text{-}47)$$

(۴۷-۱) افاده د کیمیاوي تعامل د فعالولود انرژی او انتالپی اړیکه ښیي . داچې د زیاتو کیمیاوي تعاملونو د ΔH^* قیمت د RT دقیمت په پرتله ډیر زیات دی ، نو ځکه د کیمیاوي تعامل انتالپي اکثره وخت داړوند تعامل د فعالولو د انرژی سره مساوي نیسي ، چې په دې شرایطو کې په (۴۵-۱) معادله کې د $(RT/N_0h \,.\, e^{\Delta S^*/R})$ ضریب په (۳۱-۱) معادله کې د B د ضریب او یا په (۴۰-۱) معادله کې د $\rho.Z$ د ضریب سره مساوي کیږي .

دیو مالیکولي تعاملونو میخانیکیت :

لکه چې مخکې وویل شول دیو مالیکولي تعامل په ساده (ابتدایی) عمل کې یوه ذره (یو مالیکول) برخه اخلي . ولې دفعاله ټکرونو د تیوری په اساس کیمیاوي تعامل د دوه فعاله ذرو د ټکر څخه پیل کیږي ، چې په سستم کې د ټکرونو عمومي شمیر د ذرو د غلظت د مربع سره مستقیم تناسب لري (۳۴-۱). له دې ځایه داسې تصور را پیداکیږي چې ګویا د یو مالیکولي تعاملونو سرعت د دویمې درجې تعاملونو دسرعت د معادلو پر بنسټ حسابیدای شي . مګر په عمل کې د زیات شمیر تعاملونو سرعت د لمړی درجه تعاملونو د کنتیکي معادلو پر اساس سم محاسبه کیږي . اود غلظت (فشار) د تغیر سره د ځینو مالیکولونو د یومالیکولي تعاملونو درجه کسري هم راځي . د لیندې مان د نظریې په اساس د ټکروروسته ځینې فعاله شوي مالیکولونه تجزیه کیږي اود تعامل حاصلات جوړوي . خو ددغه فعاله شویو مالیکولو ځینې یې انرژي له لاسه ورکوي او بیرته غیر فعاله کیږي . ددې وینا پر اساس لیکو :

$$\text{١)}\quad A + A \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftarrows}} A^* + A$$

$$\text{٢)}\quad A^* \xrightarrow{k_3} P$$

دلته A عادي ماليکول او A* فعال شوی ماليکول ښيي . لکه چې ليدل کيږي د دوه عادي (غيرفعال) ماليکولونو د ټکر څخه يو فعال ماليکول لاس ته راځي . ، کوم چې ژر تجزيه اود تعامل حاصلات منځ ته راوړي . که د فعاله شويو ماليکولونو عمر اوږد وي ، نو دا احتمال شته چې دغه فعال ماليکول د بل ماليکول سره د ټکر په پايله کې خپله اضافي انرژي له لاسه ورکړي او پرته له دې چې د تعامل حاصلات لاس ته راشي دغه فعال شوی ماليکول شنډ او غير فعال شي ،. يعنې په دې صورت کې (١) تعامل رجعي وي چې يو شمير ماليکولونه بيرته غير فعاله او باقي پاتې ماليکولونه تجزيه کيږي . اود تعامل حاصلات منځ ته راوړي . په دې جريان کې په سستم کې د فعاله ماليکولو قسمت ثابت او شمير يې په سستم کې د ذرو د غلظت سره مستقيم تناسب لري .
او په دې صورت کې دکيمياوي تعامل سرعت د لمړۍ درجې تعاملونو د کنتيکي معادلې پر اساس محاسبه کيږي . ، خو که د فعاله شويو ماليکولونو عمر لنډ وي ، نو هغوی د غير فعاله کيدو فرصت نه پيداکوي ، نو تقريبا ټول يې تجزيه کيږي اود تعامل حاصلات منځ ته راوړي . داچې په (١) تعامل کې د فعاله شويو ماليکولو د رامنځ ته کيدود جريان سرعت د دوه ماليکولي ټکرونو د شمير (غلظت) سره مستقيم تناسب لري ، نو په دې حالت کې د يو ماليکولي تعامل سرعت د دويمې درجې کيمياوي تعامل د کنتيکي معادلې په اساس محاسبه کيږي . د غازونو تر منځ تعامل کې هرڅومره چې پر سستم فشار زيات شي ، دغازونو د ماليکولونو تر منځ ټکر ژرژر صورت مومي او زيات شمير فعاله شوي ماليکولونه غير فعاله کيږي ، نو ځکه د لوړ فشار لاندې يو ماليکولي تعاملونه لمړۍ درجه تعاملونه دي . بر عکس د ټيټ فشار

لاندې په سستم کې د غازونو د ماليکولونو غلظت لږ وي ، نو دماليکولونو ترمنځ ټکرونه پکې هم لږ وي او لږ شمير ماليکو لونه پکې غير فعاله کيږي (شنديږي) چې په دې صورت کې د يو ماليکولي تعاملونو سرعت د دويمې درجې کيمياوي تعاملونو د کنتيکي معادلې پر اساس تعينيږي . ديو ماليکولي تعامل عمومي جريان څخه معلوميږي چې لمړی مرحله يعني دفعاله ماليکولونو د جوړيدو مرحله (۱) دوه ماليکولي ، مګر دويمه مرحله (۲) يعني د کيمياوي تعامل مرحله يو ماليکولي ده . له دې څخه څرګنديږي چې په غازونو کې يو ماليکولي تعاملونه په ځينو فشارونو کې لمړۍ درجه او په ځينې فشارونو کې دويمه درجه تعاملونه دي . اوس د پورتني کيمياوي تعامل مستقر حالت په پام کې نيسو په کوم کې چې د تعامل په چاپيريال کې د فعاله شويو ماليکولونو شمير د وخت په اوږدو کې ثابت پاتې کيږي . يعنې د فعاله ماليکولونو د جوړيدو سرعت (V_1) ددغه ماليکولونو د بيرته غير فعاله کيدو د سرعت (V_2) او تجزيه کيدو د سرعت (V_3) د مجموعې سره مساوي کيږي . يعنې ليکو چې :

$$V_1 = V_2 + V_3$$

$$k_1C^2 = k_2 C^* C + k_3 C^*$$

د وروستۍ معادلې څخه د فعاله ماليکولونو غلظت مساوي کيږي :

$$C^* = k_1C^2 / (k_2C + k_3)$$

اوس د C^* قيمت دکيمياوي تعامل (۳) د سرعت په معادله کې ږدو اوليکو :

$$V = V_3 = k_3C^* = k_3 \frac{k_1}{(k_2 C + k_3)} \cdot C^2 \qquad (1\text{-}48)$$

(۱-۴۸) معادله د غاز په سستم کې د يو ماليکولي تعاملونو کنتيکي معادله ده . دلته که د سستم فشار لږ(دتعامل کونکو ذرو غلظت لږ) وي ، نو $k_2C << k_3$ کيږي او په دې شراطو کې (۱-۴۸) معادله په لاندې بڼه ليکل کيږي .

$$V = k_1C^2$$

يعني په دې شرايطو کې د ماليکولونو تر منځ فاصلې زياتې اود ټکرونو شمير لږوي ، نو لږ شمير ماليکولونه بيرته غير فعاله کيږي او زيات شمير ماليکولونه تجزيه اود تعامل حاصلات منځ ته راوړي . دلته د عمومي جريان سرعت د فعاله ماليکولونو د جوړيدو په سرعت (V_1) پورې اړه پيداکوي او له دې کبله د عمومي جريان سرعت د دويمې درجې تعاملونو د سرعت د کنتيکي معادلې په اساس محاسبه کيږي . که د سستم فشار زيات(د تعامل کونکي مادې غلظت زيات) وي ، يعني ($k_3 << k_2C$)وي په دې شرايطو کې (۱-۴۸) معادله لاندې شکل نيسي .

$$V = (k_1k_3 / k_2) C \quad \dots \quad \dots\dots \quad (1\text{-}49)$$

په دې شرايطو کې يو ماليکولي تعامل لمړی درجه تعامل اود عمومي جريان سرعت په دويمې مرحلې (۲) يعني د تعامل د حاصلاتو (P) د منځ ته راتلو په سرعت (V_3)پورې اړه نيسي . د متوسط فشارونو لاندې کيدای شي ځينې فعال ماليکولونه د تجزيه کيدو دمخه غير فعال شي ، نو د منځني فشار (متوسط غلظت) لاندې په يو ماليکولي مرحله (۲) کې د تعامل درجه n ($1 < n < 2$) قيمت لرلای شي .

په محلول کې د کيمياوي تعامل ځانګړ تيا :

د غاز په فاز او محلول کې د يو ماليکولي تعامل سرعت تقريبا يو شی وي . مګر د دوه ماليکولي تعامل سرعت په محلول کې د غاز د فاز په پرتله زيات وي چې په دې ځای کې د کيمياوي تعامل پر سرعت د محلل د قطبيت آغيز ډير رول لري . دا ځکه چې د محلل تر اغيز لاندې د کيمياوي تعامل د فعالولو انرژي (E^*) او هم فضايی فکتور (ρ) - (۱- ۴۰ معادله) اود تعامل پر سرعت ځينې نور آغيزمن عوامل تغير کوي . داچې په محلول کې د ايونو اود

محلل د داييولونو تر منځ يو پر بل آغيز او هم د داييولونو ترمنځ متقابل تاثيرات خورا شديد وي ، نو ځکه د ايوني او قطبي موادو تر منځ د کيمياوي تعامل پرسرعت د محلل قطبيت خورا زيات اغيز من وي . په محلول کي د ايوني تعاملونو د سرعت د ثابت قيمت د محلول په ايوني قوه پوري اړه لري . هرڅومره چي د محلول ايوني قوه زياتيږي دمساوي چارج لرونکو ايونو دتعامل سرعت زيات اود نامساوي (OдHOиMeH) (PaзHOиMeH) چارج لرونکو ايونو تر منځ دتعامل سرعت کميږي . دلاندي دوه ماليکولي تعامل سرعت د غاز په فاز اوپه محلول کي په پام کي نيسو :

$$A + B \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} AB^* \rightarrow C + D$$

د (۱-۴۴) معادلي پر اساس د پورتني تعامل د سرعت ثابت د غاز په فاز کي مساوي کيږي :

$$Kg = (RT/N_0h)K^* = (RT/N_0h)(C_{AB^*}/C_A \cdot C_B) \quad (1\text{-}50)$$

څرنګه چي په محلول کي د موادو د غلظت پر ځای دهغوی د فعاليت يا فعال غلظت ($a_i = \gamma_i C_i$) څخه کار اخلي نو په محلول کي د پورتني تعامل د تعادل د ثابت K^* افاده په لاندي ډول ليکل کيږي :

$$K^*a = a_{AB^*}/a_A \cdot a_B = (C_{AB^*}/C_A \cdot C_B) \cdot (\gamma_{AB^*}/\gamma_A \cdot \gamma_B) \quad (1\text{-}51)$$

په وروستی افاده کي γ_A ، γ_B او γ_{AB^*} په محلول کي د A , B او AB^* موادو د غلظت د فعاليت ضريبونه دي . اوس د K^*a افاده په

(۱-۴۴) معادله کې ږدو او (1-50) معادله په پام کې نیسو ، نو په محلول کې د ایوني تعاملونو د سرعت د ثابت افاده په لاندې ډول لیکو :

$$Ks = \frac{RT}{N_0h} \cdot \frac{C_{AB*}}{C_A \cdot C_B} \cdot \frac{\gamma_{AB*}}{\gamma_A \cdot \gamma_B}$$

$$Ks = Kg \cdot \frac{\gamma_{AB*}}{\gamma_A \cdot \gamma_B} \qquad (1\text{-}52)$$

(1-52)معادله د برنسټد برګوم د معادلې په نوم یادیږي . که د غاز په فاز کې د یو تعامل د سرعت د ثابت قیمت رامعلوم وي ، نو د (۱-۵۲) معادلې په مرسته په محلول کې ددغه تعامل د سرعت د ثابت قیمت حسابیدای شي . د (۱-۵۲) معادلې څخه معلومیږي چې د یو مالیکولي تعامل د سرعت ثابت دغاز په فاز او په محلول کې تقریبا یو شی راځي ، خو داچې ($1 \geq \gamma$)وي ، نو د (۱-۵۲) معادلې څخه معلومیږي چې د دوه مالیکولي تعامل سرعت په محلول کې د غاز دفاز په پرتله زیات وي.

ځنځیري تعاملونه :

هغه کیمیاوي تعاملونه چې فعاله ذرې لکه آزاد اتومونه ، رادیکالونه ، ایونونه او تحریک شوي مالیکولونه پکې ونډه لري اوڅوتکراریدونکي مرحلې ولري د ځنځیري تعاملونو په نوم یادیږي . دسون د موادو سوز یدل ، پولیمیرایزیشن ، کلورونیشن ، برومو نیشن ، د نفتي حاصلاتو کرکنګ ، د هستوي انرژی د لاس ته راوړو هستوي تعاملونه دځنځیري تعاملونو په ډله کې راځي . د ځنځیري تعامل په هر ساده کیمیاوي عمل کې هم د تعامل حاصلات او هم نوې فعاله ذرې منځ ته راځي . دافعاله ذرې پر نورو مالیکولونو آغیز کوي چې دتعامل حاصلات او نورې نوې فعاله ذرې منځ ته راوړي . او په دې ډول د کیمیاوي تعامل ځنځیرجوړیږي . د ځنځیري تعامل لړی تر هغه وخته پورې

دوام کوي تر څو چي تعامل کونکي مواد ختم او یا هم فعاله ذرې شندې (غیر فعاله) شي . فعاله ذري کیدای شي د لوښي د دیوال د ذرو سره د ټکر له کبله یا د بیګانه موادو د ذرو سره د ټکر په پایله کي او یا هم په خپل منځ کي د دوه فعاله ذرو د ټکر په نتیجه کي شندې شي . کله چي فعاله ذرې شندې (غیر فعاله) شي ، نو د ځنځیرادامه قطع کیږي . د ځیني ځنځیر ي تعاملونو پر سرعت د لوښي لوی والی ، د لوښي شکل اود هغه موادو طبیعت کوم چي لوښی ورڅخه جوړ دی او همدا رنګه د تعامل په چاپیریال کي د بیګانه موادو موجودیت هم آغیز کوي چي د ځنځیري تعاملونو دا ډول ځانګړ تیاوي د دې تعاملونو د میخانیکیت تشریح سختوي . د بیلګي په توګه د رڼا تر آغیز لاندې د هاید روجن او کلورین د مستقیم تعامل څخه هاید روجن کلوراید جوړیږي . که د هایدروجن او کلورین ګډ و له د لږ وخت لپاره د رڼا (نور) د قوي تشعشع لاندي کیښودل شي ،نو په لږ وخت کي ډیر هاید روجن کلوراید منځ ته راځي .
نرنست ددې تعامل کنتیکي ځانګړتیاوې په لاندې ډول تشریح کوي :
دنور د قوي تشعشع تر اغیز لاندې د کلورین په مالیکول کي کیمیاوي اړیکه شلیږي اود کلورین آزاد اتومونه منځ ته راځي .

$$Cl_2 + h\gamma \rightarrow 2Cl^{\cdot}$$

دا تعامل چي په هغي کي لمړنی فعاله ذره جوړیږي د ځنځیر زیږونکي تعامل په نوم یادیږي . دا فعاله ذرې وروسته پر نورو مالیکولونو آغیز کوي او په پایله کي داسې کیمیاوي تعامل صورت مومي چي په هغي کي هم د تعامل حاصلات او هم فعاله ذرې لاس ته راځي . د رڼا تر آغیز لاندې د کلورین د مالیکول څخه د کلورین دوه آزاد اتومونه (د کلورین دوه رادیکالونه) لاس ته راځي . د کلورین رادیکال د هایدروجن پر مالیکول آغیز کوي ، هایدروجن کلوراید اود هاید روجن آزاد اتوم (د هایدروجن رادیکال) منځ ته راځي . دهایدروجن را دیکال د کلورین پر مالیکول آغیز کوي هاید روجن کلوراید اود کلورین آزاد اتوم (د کلورین رادیکال) رامنځ ته کیږي . پورتني تعاملونه په پر لپسې ډول تکراریږي او لاندې ځنځیري تعامل صورت مومي .

$$Cl^* + H_2 \rightarrow HCl + H^*$$
$$+$$
$$Cl_2 \rightarrow HCl + Cl^*$$
$$+$$
$$H_2 \rightarrow HCl + H^*$$
$$+$$
$$Cl_2 \rightarrow$$

کله چې فعاله ذرې ختمې شي ، نو دتعامل ځنځیر قطع او تعامل پای ته رسیږي .

$$2Cl^* \rightarrow Cl_2$$

$$2H^* \rightarrow H_2$$

باید وویل شي چې کوم مالیکولونه چې د دوه فعاله ذرو د یو ځای کیدو څخه جوړیږي لاهم زیاته انرژي لري او ممکنه ده چې بیرته تجزیه شي اوفعاله ذرې جوړې کړي ، نو ځکه ځنځیري تعامل هغه وخت په پوره باوري توګه ختمیږي چې د دوه فعاله ذرو څخه جوړ مالیکولونه خپله اضافي انرژي د لوښي دیوال اویا د تعامل په چاپیریال کې د بیګانه موادو ذ رو ته ورکړي . همدا وجه ده چې په ځنځیري تعاملونو کې د تعامل د چاپیریال (د لوښي د دیوال)د مخ حالت اود تعامل په چاپیریالکې د بیګانه موادو شتون د ځنځیري تعامل پر سرعت آغیزلري د ځنځیري تعامل په چاپیریال کې د بیګانه مواد و موجودیت د ځنځیري تعاملونو سرعت په لاندې دلیلونو کموي :
الف د ځنځیري تعامل په چاپیریال کې بیګانه مواد (M) په دغه چاپیریال کې د فعاله ذرو سره په ټکرکې راځي او فعاله ذرې شنډیږي (غیر فعاله کیږي) او په پایله کې ځنځیري تعامل ورو کیږي. د بیلګې په توګه د هایدروجن راډیکالونه د بیګانه موادو سره د ټکر پر وخت خپله اضافي انرژي بیګانه موادو ته ورکوي او په خپله په عادي هایدروجن اوړي .

$$2H^* + M \rightarrow H_2 + M^*$$

ب – د اجنبي موادو ذرې کېداى شي چې د فعاله ذرو سره لږ فعاله منځني مواد جوړ کړي چې دغه منځني مواد تجزيه کيږي او غير فعاله ماليکولونه ترې لاس ته راځي . د بيلګي په توګه د H_2او Cl_2 د غازونو دتعامل په چاپيريال کي که ډير لږ مقدار اکسيجن موجود وي ، نو دغه اکسيجن د هايدروجن کلورايد د جوړيدو د تعامل سرعت راکموي ، دا ځکه چې د دغه ځنځيري تعا مل په چاپير يال کي د هايد رو جن آزاد اتومونه (راديکالونه) د اکسيجن سره تعامل کوي ، چې له دې کبله د تعامل په چاپيريال کي د هايدروجن آزاد اتومونه کم او په نتيجه کي د ځنځيري تعامل سرعت هم کميږي :

$$H^* + O_2 \rightarrow HO^*_2$$

$$HO^*_2 \rightarrow \frac{1}{2} H_2 + O_2$$

ج – که د تعامل د لوښي ديوالونه د داسې موادو څخه جوړ وي چې د بيګانه موادو په توګه په تعامل کي برخه واخلي ، نو په دې صورت کي يوشمير فعاله ذرې د تعامل د لوښي د ديوال پرمخ جذب او غير فعاله کيږي او په پايله کي د ځنځيري تعامل سرعت کميږي . په دادول ځنځيري تعاملونو کي د لوښي د ديوال مخ په پارافين پوښي ، چې په پايله کي د تعامل سرعت خورا زياتيږي .
هغه ځنځيري تعامل چې د هغې په هر ساده کيمياوي عمل کي يوه فعاله ذره ګډون کوي او په مقابل کي يې د تعامل د حاصلاتو تر څنګ يوه فعاله ذره منځ ته راځي دادول ځنځيري تعامل د مستقيم ځنځيري تعامل په نوم ياديږي . او که په تعامل کي يوه فعاله ذ ره ګډون وکړي او په مقابل کي يې د تعامل د حاصلاتو تر څنګ څو فعاله ذ رې جوړې شي ، نو دادول ځنځيري تعامل د څانګيز ځنځيري تعامل په نوم ياديږي .

د مستقيم ځنځيري تعامل کنتيکي معادله :

د بیلگي په توگه دهایدروجن او برومین د غازونو د گډولي څخه د هایدروجن بروماید جوړیدل په پام کې نیسو :

$$H_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2HBr$$

پورتنی تعامل ځنځیري تعامل دی او میخانیکیت یې لاندې ښودل شوی دی .

$$Br_2 \xrightarrow{K_1} 2Br^*$$

$$Br^* + H_2 \xrightarrow{K_2} HBr + H^*$$

$$H^* + Br_2 \xrightarrow{K_3} HBr + Br^*$$

$$HBr + H^* \xrightarrow{K_4} Br^* + H_2$$

$$2Br^* \xrightarrow{K_5} Br_2$$

په پورتنیو کیمیاوي معادلو کېK_1 , K_2 , K_3 , K_4 او K_5 د اړوندو تعاملونو د سرعت ثابتونه ښيي . که فرض کړو چې دهایدروجن او برومین د آزادو اتومونو (رادیکالونو) غلظت د پورتني تعامل په بهیر کې ثابت پاتې کیږي ، نو که د هایدروجن د آزادو اتومونو د جوړیدو سرعت په V_{H*} او د برومین د آزادو اتومونو د جوړیدو سرعت پهV_{Br*} وښودل شي نو لیکو :

$$V_{Br*} = V_1 - V_2 + V_3 + V_4 - V_5 = 0 \qquad (1\text{-}51)$$

$$V_{H*} = V_2 - V_3 - V_4 = 0 \qquad (1\text{-}52)$$

$$V_{Br*} + V_{H*} = V_1 - V_5 = K_1 C_{Br2} - K_5 C^2_{Br*} = 0$$

$$C_{Br*} = \sqrt{(K_1 / K_5)\, C_{Br2}} \qquad (1\text{-}53)$$

د (۲-۵۱) معادلې څخه د C_{H*} قیمت په لاندې ډول لاس ته راوړو :

$$V_{H*} = V_2 - V_3 - V_4 = 0$$

$$K_2 C_{H2} \cdot C_{Br*} - K_3 C_{H*} \cdot C_{Br2} - K_4 C_{HBr} \cdot C_{H*} = 0$$

$$C_{H*} = \frac{K_2 C_{H2} \cdot C_{Br*}}{K_3 C_{Br2} + K_4 C_{HBr}} \qquad (1\text{-}54)$$

که د عمومي تعامل سرعت د HBr د جوړېدو د سرعت له مخې په پام کې ونیول شي نو لیکوچې .

$$dC_{HBr} / dt = K_2 C_{H2} \cdot C_{Br*} + K_3 C_{H*} C_{Br2} - K_4 C_{HBr} \cdot C_{H*}$$

اوس د C_{H*} او C_{Br*} قیمتونه د (۱-۵۳) او (۱-۵۴) معادلو څخه په پام کې نیسو او وروستی معادله په لاندې ډول لیکو:

$$dC_{HBr} / dt = \frac{2 K_2 \sqrt{K_1/K_2} \cdot C_{H2} \cdot C^{1/2}_{Br2}}{1 + \frac{K_4 C_{HBr}}{K_3 C_{Br2}}} \qquad (1\text{-}55)$$

(۱-۵۵) معادله د هاید روجن بروماید د جوړیدو کنتیکي معادله ده .

که $K = 2K_2 \sqrt{K_1/K_2}$ او $K_4 / K_3 = K^-$ وضع شي ، نو (۵۵-۱) معادله لاندې بڼه غوره کوي :

$$dC_{HBr} / dt = \frac{K\, C_{H2}\ .\ C^{1/2}_{Br2}}{1 + (K^- C_{HBr}) / C_{Br2}} \qquad (1\text{-}56)$$

د (۱- ۵۶) معادلې پر اساس د هایدروجن بروماید د جوړیدو د ځنځیري تعامل د سرعت محاسبه د تجربي معلوماتو سره ډیر ښه مطابقت کوي .

څانګیز ځنځیري تعاملونه او چاودنې :

هغه ځنځیري تعاملونه چې د هغې په هره ساده تعاملي عملیه کې یوه فعاله ذ ره ګډ ون کوي او د یوې څخه زیاتې فعالې ذ رې پکې منځ ته راځي د څانګیز ځنځیري تعامل په نوم یادیږي . د بیلګې په توګه د هایدروجن او اکسیجن د غازونو څخه د اوبو جوړیدل په پام کې نیسو :

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

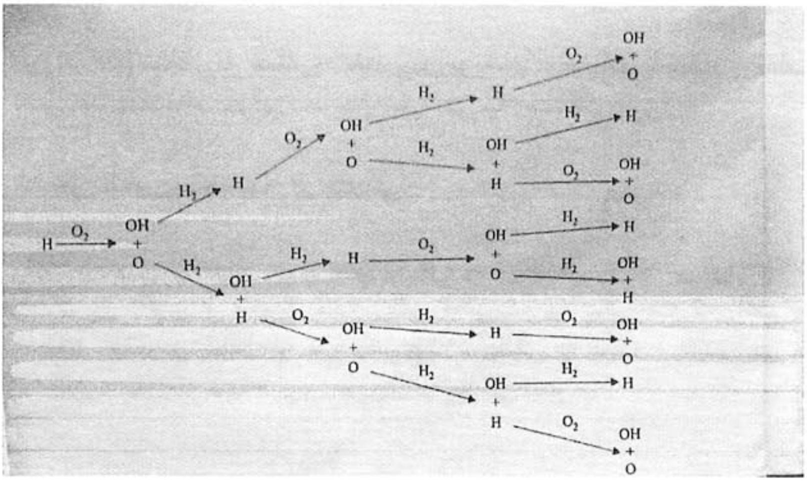
پورتنی تعامل په حقیقت کې یو څانګیز ځنځیري تعامل دی چې په هغې کې فعاله ذ رې لکه H^* , OH^* , O^* ګډون لري . ددغه تعاملونو لړی په لاندې ډول ښودل کیږي :

$$H_2 + O_2 \rightarrow 2H\overset{*}{O}$$
$$OH^* + H_2 \rightarrow H_2O + H^*$$

$$H^{*} + O_2 \rightarrow OH^{*} + O^{*}$$

$$O^{*} + H_2 \xrightarrow{2} OH^{*} + H^{*}$$

په دې ډول ځانګيز ځنځيري تعامل پراخيږي او لکه چې په (1-21) شکل کې ليدل کيږي کله چې د هايدروجن يو آزاد اتوم (H^*) داکسيجن او هايدروجن ګډولې ته ورګډ شي ، نو د پر لپسي پنځه ساده کيمياوي عمليو وروسته په سستم کې ديارلس آزاد اتومونه (فعاله ذرې) را منځ ته کيږي :

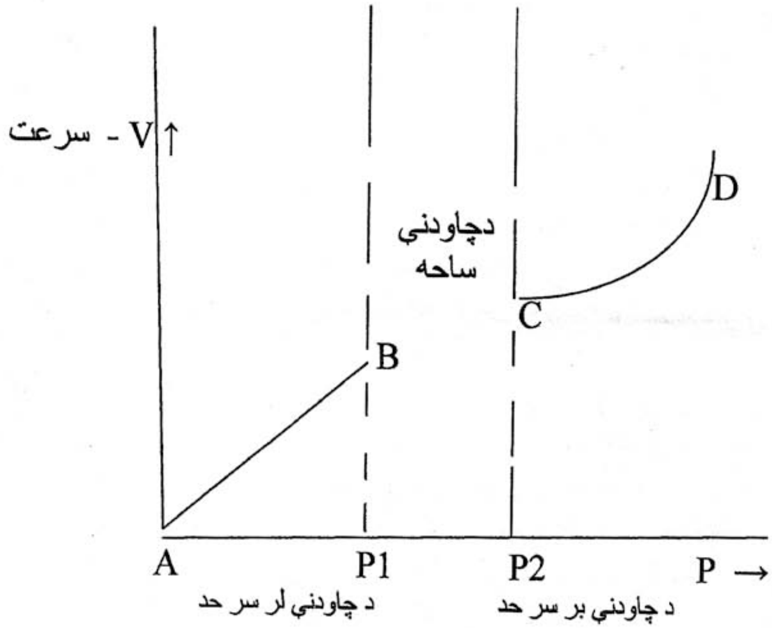


(1-21) شکل

ځانګيز ځنځيري تعامل

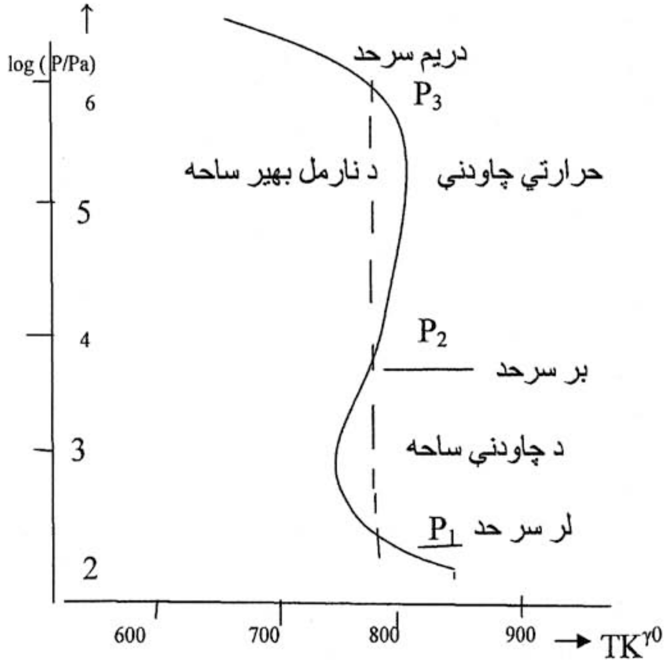
لکه چې ليدل کيږي د ځانګيز ځنځيري تعامل په بهير کې په لږ وخت کې زيات مقدار تعامل کونکي مواد مصرف او زيات شمير فعاله ذ رې را منځ ته کيږي . ځانګيز ځنځيري تعاملونه چې د پورتني تعامل په څير اکزوتر ميک او حاصلات يې غازونه دي اکثرا چا ود نې را منځ ته کوي . ، نو ددغسې

تعاملونود نار مل بهير لپاره د تعامل په چا پير يال کي انهيبيتورونه اضا فه کوي ، کوم چې د ځنځير ځانګيزه پراختيا قطع کوي او کيمياوي تعامل په نارمل سرعت تر سره کيږي. د ځانګيز
ځنځيري تعاملونو يوه مهمه ځانګړتيا دفشار سره ددغه تعاملونو اړيکه ده . په (1-22) شکل کي د ځانګيز ځنځيري تعاملونو د سرعت او فشار اړيکه او په (1-23) شکل کي د تودوخي په مختلفو درجو او مختلفو فشارونو کي هغه ساحي چي د ځانګيز ځنځيري تعامل نارمل جريان او هم بحراني بهير چي چاودني را منځ ته کوي ښودل شوي دي . په (1-22) شکل کي ليدل کيږي چي د ځانګيز ځنځيري تعامل سرعت په ټيټو ($P < P_1$) فشارونو کي لږ دی . کله چي د تعامل د سستم فشار د P_1 پولي ته ورسيږي ، نو د تعامل سرعت د سترګي په رپ کي دومره زياتيږي چي چاودنه منځ ته راوړي . د P_1 او P_2 تر منځ فشارونو په ساحه کي تعامل په نارمل ډول نه تر سره کيږي بلکي د فشار په دغه واټن کي تعامل دومره چټک وي چي چاودني منځ ته راوړي . نو ځکه د P_1 او P_2 تر منځ ساحه د چاودني د ساحي په نوم ياديږي . په (1-22) شکل کي ليدل کيږي چي په ټيټ فشار کي د تعامل سرعت لږ اود P_1 تر فشار پوري د تعامل سرعت په تدريجي ډول زياتيږي (AB) د دي خبري دليل دادی چي په ټيټو فشارونو کي د تعامل کونکو ماليکولونو تر منځ فاصلي زياتي او ټکرونه يی تر منځ لږ وي . په دي حالت کي فعال ماليکولونه د لوښي ديوال ته رسيد لای شي ، نو ځکه فعال ماليکولونه د لوښيي د د يوال د ذرو سره د ټکر په ترڅ کي اضافي انرژي له لاسه ورکوي او غير فعاله کيږي .(له دي ځايه ده چي د لوښي شکل ، لوی والی او هغه مواد چي چي لوښی ورڅخه جوړ دی د ځانګيز ځنځيري تعامل پر سرعت آغيز کوي .)



شکل(1-22)

د ځانګیز خنځیزي تعامل پر سرعت د فشار آغیز
P_1 د چاودني لر سرحد ، P_2 د چاودني بر سرحد



(1-23) شکل

د هایدروجن او اکسیجن تر منځ ځانګیز ځنځیري تعامل کي دفشارونو او د تودوخي د درجي په مختلفو واټنونو کي د تعامل د نارمل اوبحراني (چاودني) بهیر تر منځ پو له . P_1 دچاودني لر سرحد ، P_2د چاودني بر سرحد .

نو ځکه په ټیټو فشارونو کي د دغه ډول تعاملونو سرعت لږ وي . کله چي فشار د P_1 سرحد ته ورسیږي د مالیکولونو تر منځ فاصله په دو مره کچه کمیږي چي اکثره فعا ل مالیکولونه مخکي له دي چي د لوښي دیوال ته ورسیږي په خپل منځ کي ټکر کوي او ډیر چټک کیمیاوي تعامل یی تر منځ صورت نیسي .

دلته په تعامل کې د زياتې تودوخي اوزيات مقدار غازونو د آزاديدو په وجه چاودنه را منځ ته کيږي . دکيمياوي تعامل دغه ډول بحراني بهير د P_1 او P_2 فشارونو تر منځ صورت مومي . P_1 د چاودنې د لر سرحد او P_2 د چاودنې د بر سرحد په نوم ياديږي . د P_2 فشار وروسته د ماليکولو تر منځ فا صلې دومره کميږي چې د سستم په حجم کې د فعاله ذرو تر منځ درې ماليکولي ټکرونه د درې واړو ذ رو د تعامل سبب نه ګرځي بلکې يو څه فعاله ذرې غير فعاله کيږي او له دې کبله د ځنځيري کيمياوي تعامل سرعت کميږي . د P_2 څخه پورته د فشار د زياتيدو سره کيمياوي تعامل په نارمل ډول په پرلپسې توګه (CD) زياتيږي . په (1-23) شکل کې د کيمياوي تعامل د نارمل او بحراني بهير تر منځ پوله (د چاودنې پوله) د لوښي په لوی والي اود لوښي د ديوالونو د مخ د ذرو په طبيعت پورې هم اړه لري . دلته هم لکه د (1-22) شکل د تشريح په شان د څانګيز ځنځيري تعامل د نارمل او بحراني جريان تر منځ پوله د فشار د تغير سره تو پير پيداکوي . په ټيټو فشارونو کې د ماليکولونو تر منځ فاصلې زياتې وي .او يوشمير فعاله ذ رې پرته له دې چې په خپل منځ کې ټکر او تعامل وکړي د لوښي ديوال ته رسيږي اود ديوال د ذ رو سره د ټکر په پايله کې خپله اضافي انرژي له لاسه ورکوي او په غير فعاله ذ رو اوړي . ، نو ځکه د ټيټ فشار لاندې د هايدروجن او اکسيجن د ماليکولونو تر منځ څانګيز ځنځيري تعامل په نارمل سرعت صورت مومي . د بيلګې په توګه د تودوخې په $780K^0$ کې په ټيټ فشار کې دغه تعامل آرام جريان مومي . خو که د P_1P_2 عمو د ي خط په اوږدو فشار لوړيږي ، نو کله چې فشار د چاودنې پر منحنې د چاودنې لر سرحد (P_1)پورې لوړ شي د هايدروجن او اکسيجن تر منځ تعامل ډير چټک کيږي او انفجار منځ ته راوړي . که د تودوخې په $780K^0$ کې فشار د چاودنې تر بر سرحده (P_2)پورې لوړ شي په دغه شرايطو کې ډيرې زياتې فعاله ذ رې د لوښي ديوالونو ته د رسيدو دمخه په خپل منځ کې ټکر او تعامل کوي ، تعامل دومره چټک وي چې چاودنې منځ ته راوړي . د چاودنې د بر سرحد پورته چې فشار نور هم لوړ شي ، نو د ماليکولو تر منځ فاصلې ډيرې کميږي. دلته په ټکرونو کې اکثره درې فعاله ذرې ګډون کوي . په درې ماليکولي ټکر کې زيات شمير فعاله ذرې د کيمياوي بدلون پرته غير فعاله کيږي چې له دې کبله د تعامل سرعت کم او تعامل په نارمل ډول تر سره کيږي .

فوتو کیمیاوي تعاملونه :

هغه کیمیاوي تعاملونه چې د رڼا (او یا هغه وړانګو چې د موج اوږد والي یې دلید وړ وړانګو ته نژدې دی) تر آغیز لاندې صورت مو مومي د فوتو کیمیاوي تعاملونو په نوم یادیږي . د فوتو کیمیاوي تعاملونو میخانیکیت څو ډوله دی . په فوتو کیمیاوي تعاملونو کې د لمړني او دویمي جریانونو په نوم مرحلې نومول شوې دي . د نور د مستقیم آغیز لاندې د تعامل کونکو موادو فعالې ذ رې را منځ ته کیدل . د لمړني جریان په نوم او وروسته د دې فعاله ذ رو تر آغیز لاندې (د رڼا د مستقیم آغیز پرته) د کیمیاوي بدلونو را منځ ته کیدل د دویمي جریان په نوم یادیږي . دا لاندې جریانونه لمړني بلل کیږي :
الف – د رڼا تر مستقیم آغیز لاندې د اتومونو او مالیکولونو تحریک :

$$M + h\gamma \rightarrow M^*$$

ب - د رڼا د انرژۍ تر آغیز لاندې د اتومونو یا مالیکولونو ټوټه کیدل اود ازادو اتومونو (رادیکالونو) را منځته کیدل :

$$AB + h\gamma \rightarrow A + B$$

ج-د رڼا د انرژۍ تر آغیز لاندې د اتومونو یا مالیکولونو ایو نایزیشن .

$$M + h\gamma \rightarrow M^* + e^-$$

کومې فعاله ذ رې چې په لمړنیو جریانونو کې منځ ته راځي یا پر نورو مالیکولونو آغیز کوي اود تعامل حاصلات منځ ته راوړي . یا اضافي انرژي بیرته د رڼا یا تودوخې په بڼه آزاده وي او یا خو خپله اضافي انرژي نورو ذرو ته ورکوي او په خپله عادي حالت ته راځي .
د فوتو کیمیا د لمړني قانون له مخې د تعامل چاپیریال ته د راغلیو وړانګو له ډلې څخه یواځې هغه وړانګې چې د تعامل کونکو ذ رو په واسطه جذبیږي په کیمیاوي تغیر کې برخه اخلي او د انشتین د فوتو کیمیاوي معادلیت دقانون (د فوتو کیمیا دویم قانون.) پر اساس د رڼا د انرژۍ هر جذب شوی کوانت

يواځې يو ماليکول ته تغير ورکولای شي . بايد زياته شي چې د فوتو کيمياوي معادليت قانون يواځې د لمړنيو جريانونو لپاره صدق کوي او ټول هغه ماليکولونه کوم چې په فوتو کيميا وي تعامل کې ونده اخلي د جذب شويو کوانتونو د شمير سره يو شي نه وي . هغه شمير ماليکولونه چې تعامل يې کړی دی په n او هغه شمير کوانتونه چې د تعامل کونکو ذ رو په واسطه جذب شوي دي په N ښيو . د n او د N تر منځ نسبت د کوانتی حاصل په نوم ياد او په ν ښودل کيږي . يعني ليکو چې :

$$\nu = n/N \qquad (1\text{-}57)$$

N - هغه شمير کوانتونه ښيي چې په يو واحد وخت کې جذب شوی دي يعني ليکو چې :

$$N = Q / h\gamma \qquad (1\text{-}58)$$

د γ- قيمت په مختلفو فوتو کيمياوي تعاملونو کې تو پير لري او کولای شي لاندې قيمتونه($\nu \approx 0$, $\nu >> 1$, $\nu > 1$, $\nu < 1$)واخلي .

Q- په يو واحد وخت کې د جذب شوي رڼا انرژي ښيي .

$$Q = I_0 - I = I_0 (1 - e^{-\varepsilon n \ell}) \qquad (1\text{-}59)$$

په اخري افاده کې ε د رڼا د جذب ضريب ، ℓ د رڼا جذبونکي طبقې ضخامت ، او n په يو واحد حجم کې د رڼا جذبونکي مادې د ماليکو لو شمير ښيي . او د فوتو کيميياوي تعامل سرعت (د هغه ماليکولونو شمير چې په يو واحد وخت کې يې تعامل کړی دی) په لاندې ډول افاده کيږي :

$$V = \nu \left(\frac{I_0}{h\gamma} \right) (1 - e^{-\varepsilon n \ell}) \qquad (1\text{-}60)$$

دوروستی معادلې ځخه معلومیږي چې د فوتو کیمیاوي تعامل سرعت (V) د جذب شوې رڼا په شدت (I_0) د تعامل کونکي مادې په غلظت (n) ، اود تعامل کونکو موادو د طبقې د ضخامت (ℓ) سره مستقیم تنا سب لري :

پنځم ـ د کیمیاوي تعامل پر سرعت د کتلست آغیز :

هغه کیمیاوي مواد چې د کیمیاوي تعامل سرعت ته تغیر ورکوي اود تعامل په پای کې د کیمیاوي بدلون پرته په همغه لمړني مقدار د تعامل په چاپیریال پاتې کیږي د کتلست په نوم یادیږي . که څه هم کتلستي مواد کیدای شي د تعامل د بهیر دمنځ مهالي بې ثباته مرکب په ترکیب کې شامل وي ، خو هغه د تعامل د حاصلاتو څخه جلا کیږي . که یو کتلست د کیمیاوي تعامل سرعت زیات کړي ، نو د مثبت کتلست په نوم یادیږي او که کتلست د کیمیاوي تعامل سرعت لږ کړي د منفي کتلست یا انهیبیتور په نوم یادیږي . په ځینو تعاملونو کې په تعامل کې د شاملو موادو له ډلې څخه یوه ماده په دغه تعامل کې د کتلست رول اجراکوي . . دغه ډول کتلستي تعامل د اتومات کتلستي تعامل په نوم یادیږي .لکه لاندې کیمیاوي تعامل :

$$FeO + H_2 = Fe + H_2O$$

اوسپنه د پورتني تعامل کتلست هم دی . نو ځکه پورتنی تعامل اتومات کتلستي تعامل دی . د کتلست او تعامل کونکو موادو د فازي حالت له مخې کتلستي تعاملونه په دوه ګروپونو ویشي :

1 – متجانس کتلستي تعاملونه : په دې ډول کتلستي تعاملونو کې تعامل کونکي مواد او کتلست عین فازي حالت لري . د بیلګې په توګه د نایتر وجن مونو اکساید (غاز)په موجودیت کې سلفر دای اکساید (غاز) په سلفر ترای اکساید (غاز) اوړي دغه یو متجانس کتلستي تعامل دی .

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{NO} 2SO_3$$

2- غير متجانس كتلستي تعاملونه : *په غير متجانس كتلستي تعاملونو كي د تعامل كونكو موادو او كتلستي موادو فازي حالتونه توپير لري . د بيلگي په توگه د جامد پلاتين پر مخ د هايدروجن پر اكسايد تجزيه كيدل يو غير متجانس كتلستي تعامل دى. چي په لاندي ډول ښودل كيږي .*

$$2H_2O_2 \xrightarrow{Pt} 2H_2O + O_2$$

بايد وويل شي چي كتلست صرف د كيمياوي تعامل سر عت لږ او زياتوي اود كيميا وي تعامل ترموديناميكي تعادلي حالت ته تغير نه وركوي (د $K = k_1 / k_2$ قيمت ته تغير نه وركوي)

د كتلستي تعاملونو ځانگړ تياوې :

الف ــ د كتلست لږ مقدار د كيمياوي تعامل سرعت ته ډير تغيرور كوي او اكثره دغه تغير د كتلست د مقدار سره مستقيم تناسب لري .

ب : د تعامل په پاى كي كتلست د كيمياوي بدلون پرته د تعامل د حاصلاتو څخه جلا كيږي .

ج ــ د تعامل په پاى كي كتلست په لمړني مقدار د تعامل د حاصلاتو څخه جلا كيږي .

د ــ د كتلست عمل انتخابي دى يعني هر كيمياوي تعامل ځانگړى كتلست لري .

هه ــ د كتلست په چاپيريال كي بيگانه مواد د كتلست آ غيز لږ او يا زياتوي .

متجانس كتلستي تعامل :

د متجانس کتلستي تعامل پر سرعت د کتلست د آغیز میخانیکیت د تعامل کونکو مالیکولونو او کتلست څخه د منځ مهالي بې ثباته مغلق مرکب (بې ثباته کیمیاوي جوړښت) په جوړیدو پورې مربوط ګڼي . دغه منځ مهالی بې ثباته کیمیاوي مرکب ژرتجزیه کیږي اود تعا مل حاصلات تري لاس ته راځي . په ځینو حالاتو کې لکه د CH_3CHO د کتلستي تجزيي پر مهال د کتلست او تعا مل کونکو موادو څخه یو څه ثابت منځ مهالی کیمیاوي جوړښت منځ ته راځي چې تجزیه کیدل یې یو څه وخت نیسي . د تعامل په بهیر کې د تعامل کونکو موادو او کتلست څخه د منځمهالي بې ثباته مرکب د را منځ ته کیدو اود کیمیاوي تعامل پر سرعت د هغه آغیز په لاندې ډول ښیي :

$$A + B \rightarrow AB$$

که د پورتني تعامل کتلست (K) هم په دغه سستم کې اضافه شي ، نو هغه لمړی د تعامل کونکو موادو څخه د یوې ما دې سره منځ مهاله بې ثباته مرکب جوړوي .

$$A + K \rightarrow AK$$

بیا دامنځ مهاله بې ثبات مرکب په اسانی د B سره تعامل کوي او تعامل حاصلات منځ ته راوړي .

$$AK + B \rightarrow AB + K$$

د کتلست په موجودیت کې دکیمیاوي تعامل د سرعت د زیاتیدو علت د کیمیاوي تعامل د فعالولو (پیل کولو) د انرژي راکمیدل ګڼي . د بیلګې په توګه د است الدیهاید حرارتي تجزیه په پام کې نیسو :

$$CH_3CHO \xrightarrow{\Delta} CH_4 + CO$$

د کتلست په غیاب کې د پورتني تعامل د فعالولو انرژي د تودوخې په $518C^0$ کې $191,1Kj/mol$ ده ، خو د ایودین د بخار (کتلست) په موجویت کې ددهمدغه تعامل د فعالولو انرژي $136,5kj / mol$ ته را کمیږي .
او ددغه تعامل د سرعت د ثابت قیمت لس زره کرته زیاتیږي . د کتلست په موجودیت کې پورتنی تعامل په دوه لاندې مرحلو تر سره کیږي .

$$CH_3CHO + I_2 = CH_3I + HI + CO$$

$$CH_3I + HI = CH_4 + I_2$$

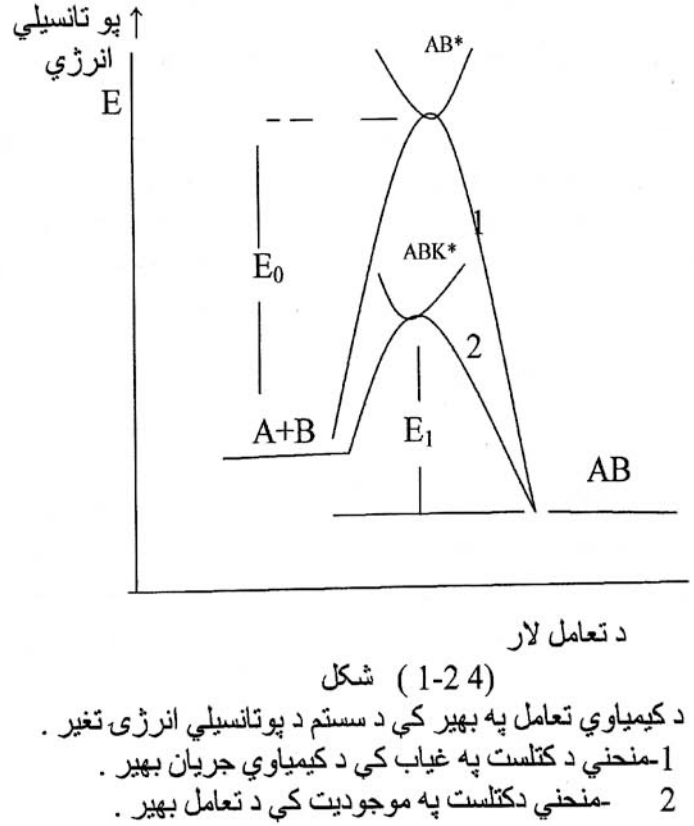
د منځ مهالي بې ثباته مرکب د تیورۍ پر بنسټ د کیماوي تعامل پر سرعت د مثبت او منفي کتلست آغیز په لاندې ډول تشریح کیږي :
ددې تیورۍ له مخې د کیمیاوي تعامل په بهیر کې لمړی منځمهاله بې ثباته مرکب (مغلق فعال کیمیاوي جوړښت) منځ ته راځي . د کتلست په غیاب کې دغه منځ مهاله بې ثباته مرکب (مغلق فعال غیر ثابت کیمیاوي جوړښت)یواځې د تعامل کونکو ذرو څخه جوړ وي . یعني لیکو چې :

$$A + B \leftrightarrow (AB)^* \rightarrow AB$$

اود کتلست په موجودیت کې منځ مهاله بې ثباته مرکب د تعامل کونکو موادو او کتلست څخه جوړیږي :

$$A + B + K \leftrightarrow (ABK)^* \rightarrow AB + K$$

په مثبت کتلستي تعاملونو کې د $(AB)^*$ په پرتله د $(ABK)^*$ منځ مهاله بې ثباته مرکب د جوړیدو لپاره لږه انرژي مصرفیږي . یعني $(ABK)^*$ منځ مهاله بې ثباته مرکب ژر جوړیږي او ژر تجزیه کیږي نو کیمیاوي تعامل لږ وخت نیسي . یعني د مثبت کتلستي تعامل سرعت زیات وي (۱- ۲۴ شکل)
.



شکل (1-2 4)

د کیمیاوي تعامل په بهیر کې د سستم د پوتانسیلي انرژی تغیر .
1-منحني د کتلست په غیاب کې د کیمیاوي جریان بهیر .
2 -منحني دکتلست په موجودیت کې د تعامل بهیر .

په (۲۴-۱) شکل کې E_0 د کتلست پرته د A او B موادو څخه د منځمهاله بې ثباته مرکب *(AB) د جوړیدو انرژي یا په یله وینا د کتلست پرته د A او B موادو دتعامل د فعالولو انرژي ښيي او E_1 د کتلست په موجودیت کې د A او B موادو څخه د منځمهاله بې ثباته مرکب *(ABK) د جوړیدو انرژي یعنې د کتلست په موجودیت کې د Aاو B موادو د تعامل د فعالولو انرژي ښيي . ($\Delta E = E_0 - E_1$) د کتلست د کارولو سره د نوموړي تعامل دفعالولود

انرژی را کمیدل ښيي . چې ΔE د کتلست پرته اود کتلست په موجودیت کې د منځمهاله بې ثباته مرکب د جوړیدو د انتالپی د تو پیر سره مساوي نیسي .

د متجانس کتلستي تعامل پر سرعت د کتلست د غلظت آغیز :

د غیر متجانس کتلستي تعاملونو په تیوری کې منځمهاله بې ثباته مرکب یا مغلق فعال کیمیاوي جوړښت (چې د ارینوس دموادو په نوم یی هم یادیوي) د تعا مل د لمړنیو موادو سره په تعادل کې وي . خو ددغه جوړښت تجزیه کیدل غیر رجعي په پام کې نیول کیږي یعني لیکو چې

$$A + B + K \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftarrows}} (ABK)^* \xrightarrow{k_3} AB + K$$

اود تعامل دعمومي جریان سرعت د $(ABK)^* \rightarrow AB + K$ تعامل د سرعت له مخې سنجول کیږي . پس که د کتلست لمړنی غلظت C^0_K او په تعامل کې د شاملو ټولو موادو غلظتونه په C_i وښودل شي ، نو د رجعي تعامل د تعادلي حالت لپاره لیکو :

$$K_1 C_A \,.\, C_B \,.\, C_K = K_2\, C_{ABK^*}$$

$$C_K = C^0_K - C_{ABK^*}$$

$$K_1 C_A \,.\, C_B\, (C^0_K - C_{ABK^*}) - K_2 .\, C_{ABK^*} = 0$$

$$K_1\, C_A\, C_B\, C^0_K - K_1\, C_A\, C_B\, C_{ABK^*} - K_2 C_{ABK^*} = 0$$

$$K_1 C_A . C_B\, C^0_K - C_{ABK^*}\, (K_1 C_A . C_B + K_2) = 0$$

$$C_{ABK*} = \frac{K_1 C_A . C_B . C^0_K}{K_1 C_A . C_B + K_2}$$

نو که د تعامل د عمومي جریان سرعت د منځ مهاله مغلق فعال جوړښت د تجزیه کیدو د سرعت له مخې سنجول کیږي بیا نو لیکو :

$$V = - dC_{ABK*} / dt = K_3 C_{ABK*}$$

$$V = \frac{K_3 . K_1 C_A . C_B C^0_K}{K_1 . C_A . C_B + K_2} \qquad (1\text{-}61)$$

د (۶۱-۱) معادلې څخه معلومیږي چې د متجانس کتلستي تعامل سرعت د کتلست د لمړني غلظت (C^0k) سره مستقیم تناسب لري .

نامتجانسه کتلستي تعاملونه :

په صنعت کې نا متجانسه کتلستي تعاملونه ډیر زیات کارول کیږي . دا ډول تعاملونه د دوه فازونو د جدایی پر پوله صورت مومي . په نامتجانسه کتلستي تعاملونو کي لا ند ي مرحلې لیدل کیږي :

الف ــ د تعاملي سستم له حجم څخه د کتلست مخ ته د تعا مل کونکو موادو تلل .

ب ــ د کتلست پر مخ د تعامل کونکو موادوجذب .

ج ــ د کتلست پر مخ د جذب شویو تعامل کونکو موادو تر منځ کیمیاوي تعامل .

دـ د کتلست له مخ څخه د تعامل د حاصلاتو جلا کیدل .

هه- د کتلست له مخ څخه د سستم حجم ته د تعامل د حاصلاتو تلل .
باید وویل شي چې د پاس یاد شویو مرحلو سرعتونه په مختلفو شرایطو کې ممکن فرق وکړي ، خو د عمومي کتلستي تعاملي جریان سرعت د تر ټولو ورو مرحلې د سرعت له مخې ټاکل کیږي .

دسستم له حجم څخه د کتلست و مخ ته د تعامل کونکو موادو د تللو (نفوذ) سرعت :

په یو ساکن چاپیریال کې د چاپیرال د مختلفو نقطو تر منځ د موادو دغلظت د تو پیر له کبله د هغه چاپیریال له یوې نقطې څخه بلې نقطې ته د موادو په خپل سر د تللو بهیر د نفوذ دعملي په نوم یادیږي . په چاپیریال کې په یو ټاکلي لور د موادو د نفوذ سرعت د فیک د معادلې پر اساس په لاندې ډول افاده کیږي :

$$dq / dt = - D .S (dx/ dl) \qquad (1\text{-}62)$$

په (۶۲-۱) افاده کې D – د نفوذ د ضریب په نوم یادیږي او dx/dl د غلظت ګرادیینت دی ، dq هغه مقدار ماده ده چې د dt په اندازه وخت کې د S په اندازه مساحت لرونکي سطحې څخه تیریږي . که د کتلست پر مخ (پر بین الفازي سطحه) دتعامل کونکو موادو غلظت په Cs اود کتلست له مخ څخه د سستم د حجم په لور د h په اندازه فاصله کې د تعامل کونکو موادو غلظت په Cxوښودل شي ، نو لیکوچې :

$$- dx/dl = \frac{Cs - Cx}{h}$$

که د dx/dl قیمت د فیک په معادله کې کښیږدو ،نو لرو :

$$dq/dt = D\, S \left(\frac{Cs - Cx}{h} \right)$$

د اخري افادى اطراف پر V تقسيمو واو ليکو :

$$dq / V = D\,S \frac{Cs - Cx}{hV} \,.\, dt$$

$$dC/ dt = D\,S \frac{Cs - Cx}{hV} \qquad (1-63)$$

(63 - 1) افاده د نفوذ د عملي دسرعت د کنتيکي معادلي په نوم ياديږي . داچي د تودوخي د درجي د لوړيدو سره دمايع سرښناکي کميږي ځکه نو د تودوخي د درجي د لوړيدو سره په محلول کي د منحل موادو د ذراتو د نفوذ سرعت زياتيږي . په محلول کي د محلل د سرښناکی اود موادو د نفوذ دسرعت اړيکي د تودوخي د درجي سره په لاندې ډول افاده کيږي .

$$\eta = \eta^0 \,.\, e^{\,E\eta / RT} \qquad (1-64)$$ د محلل سرښناکي

$$D = D^0\, e^{-ED/RT} \qquad (1-65)$$ د موادو د نفوذ سرعت

$$D^0 = \frac{RT}{6\pi r\, \eta^0 N_A} \qquad (1-66)$$

په پورتنيو معادلو کي $E\eta$ د سرښناکي مايع د بهيدو د جريان د فعالولو انرژي η^0 يو ثابت عدد دی چي قيمت يی د تودوخي په درجي پورې اړه نلري . E_D د موادو د نفوذ د فعالولو انرژي او D^0 د نفوذ تر ټولو لوړ قيمت ښيي . اود ستوکس په معادله (66-1) کي r د نفوذ کونکي کروي ذرې شعاع او N_A د او

و ګدرو عدد ښيي . د (۶۴-۱) معادلې څخه ښکاري چې د تودوخې د درجې د لوړيدو سره په محلول کې د موادو دنفوذ سرعت زياتيږي . د (۶۵-۱) او (۱-۳۹) معا دلو د پر تله کولو څخه ښکاري چې د کيمياوي تعامل سرعت اود موادو د نفوذ سرعت د تودوخې د درجې سره يو شان اړيکه لري ، خو څرنګه چې په محلول کې د کمياوي موادو د نفوذ د فعا لولو انرژي (.E_D) د تعامل د فعالولو د انرژۍ (E^*) په پرتله ډيره لږه ده ، نو کله چې د تعاملي سستم د تودوخې درجه لوړه شي په هغه صورت کې د کيمياوي تعامل سرعت په محلول کې د تعامل کونکو موادو د نفوذ د سرعت په پرتله ډير زيياتيږي .

د کتلست پر مخ د کيمياوي تعامل د سرعت اود کتلست پرمخ د تعامل کونکو موادو دجذب تر منځ اړيکه :

په دې هکله داسې کتلستي تعامل په پام کې نيسو چې کتلست جامده ماده او تعامل کونکي او هم د تعامل څخه حاصل شوي موادغازونه وي په دې غير متجانس سستم کې هغه مواد چې د کتلست پر مخ جذب شوي دي په تعامل کې برخه اخلي اود کيمياوي تعامل سرعت دلته پر يو واحد سطحه او يو واحد وخت کې سنجول کيږي يعني ليکو چې :

$$V = dx / S.dt \qquad (1\text{-}67)$$

په (1-67) معادله کې dx هغه مقدار ماده ده چې د dtپه اندازه وخت کې يې د S په اندازه سطح باندې يې تعامل کړی دی . هرڅومره چې پر لږه سطحه ډير مواد جذب وي د کيمياوي تعامل سرعت هم په همغه اندول زيات وي . که د کتلست پر مخ دتعامل کونکو موادو غلظت په Q وښودل شي (Qد تعامل کونکو موادو په واسطه د کتلست د سطحې د پوښلو درجه ښيي . د Qقيمت د کتلست پر مخ د جذب شويو موادو د مقدار سره مستقيم تناسب لري) ، نو په هغه صورت کې (۶۷-۱) معادله په لاندې ډول ليکلای شو :

$$V = dx / S.dt = KQ \qquad (1\text{-}68)$$

داچې د کتلست د سطحې مساحت ټاکلې قیمت لري ، نو آخري (۱-۶۸) معادله په لاندې بڼه هم لیکلای شو :

$$V = S\,K\,Q = K^{-}Q \qquad (1\text{-}69)$$

K^{-} په (۱-۶۹) معادله کې د غیر متجانس کتلستي تعامل د سرعت د ثابت په نوم یادیږي . د تعامل کونکو موادو په واسطه د کتلست د سطحې د پو ښلو درجه (Q) د لینګمیور د ایزو ترم د معادلې په اساس په لاندې ډول افاده کیږي :

$$Q = \frac{bP}{1 + bP} \qquad (1\text{-}70)$$

په (۱-۷۰) معادله کې b ($b = k_1 / k_2$) د کتلست پر مخ د تعامل کونکو موادو د جذب او بیرته جلا کیدو د جریان د تعا دل د ثابت په نوم یادیږي . چې په په هغې کې k_1 د کتلست پر مخ د تعامل کونکو موادو د جذبیدو د سرعت ثابت او k_2 د کتلست له مخ څخه بیرته دغاز د جلا کیدو دسرعت دثابت په نوم یادیږي . او P د کتلست پر مخ د جذبیدونکي غاز جزئي فشار ښیي . د لینګمیور د معادلې په ثبوت کې لاندې شرایط منل شوي دي .

الف ـــ د کتلست پرمخ د جذب شویو مالیکولو نو تر منځ د جذب او دفع قواوې عمل نه کوي .

ب-د جذب عملیه هغه وخت پای ته رسیږي چې د کتلست پر مخ دجذب ټول مرکزونه دغاز په مالیکولونو ډک شي . اویا په بله وینا د کتلست پرمخ د غازجذبیدل هغه وخت پای ته رسیږي چې د کتلست پر مخ د غاز یو مالیکولي پوښ جوړ شي .

ج-د کتلست پرمخ د جذب ټول مرکزونه له هره لحاظه یوشي دي .

د پورتنیو شرایطو په پام کې نیولو سره که د کتلست پرمخ د غاز د جذبیدو سرعت په V_1 وښودل شي ، نو د V_1 قیمت د غاز د فشار اود کتلست د مخ د خالي برخې $(1\text{-}Q)$ سره مستقیم تناسب لري . یعنې لیکو :

$$V = k_1 P (1-Q) \qquad (1-71)$$

په وروستی افاده کي k_1 د کتلست پر مخ د غاز دجذبیدو د سرعت ثابت دی . د کتلست له مخ څخه د غاز د بیرته جلاکیدو سرعت که په V_2 وښودل شي ، نو لیکو .

$$V_2 = k_2 Q \qquad (1-72)$$

په (۱-۷۲) معادله کي k_2 د کتلست له مخ څخه د غاز دبیرته جلاکیدود سرعت د ثابت په نوم یادیږي . پس د کتلست پر مخ د غاز د جذبیدو او بیرته جلاکیدو دتعادل پر وخت لیکو چي :

$$k_1P (1-Q) = k_2Q$$

$$Q = \frac{k_1P}{k_2 + k_1P}$$

که د وروستی معادلي صورت اومخرج پر K_2 تقسیم ا و $b = \frac{k_1}{k_2}$ وضع شي ، نو د لینګمیور د جذب د ایزو ترم معادله په لاس راځي .

$$Q = bP / 1 + bP$$

اوس د ترمودینامیک د دویم قانون له مخي د یو رجعي جریان د تعادل د ثابت لپاره لیکو:

$$-RTlnK = - RTlnb = \Delta H^0 - T \Delta S^0$$

$$b = b_0 \; e^{-\Delta H0/RT} \qquad (1\text{-}73)$$

په (۷۳-۱) معادله کې ΔH^0 د کتلست پر مخ د غاز د جذبیدو تودوخه ښيي او b_0 يو ثابت عدد دی چې قيمت يی د تودوخې په درجې پورې اړه نه لري . داچې د موادو د جذبیدو پر وخت همیشه تودوخه ازادیږي ($\Delta H^0 < 0$) ، نو د (1-73) معادلې څخه معلومیږي چې د سستم د تودوخې د درجې د لوړیدو سره پر جامد شي دغاز د جذب اندازه یعني د b قیمت اوهم د Qقیمت کمیږي . اوس د Qقیمت د(70 - 1) معادلې څخه په (69-1) معادله کې ږدو او لیکو :

$$V = dx/dt = K^{\cdot} \frac{bP}{1 + bP} \qquad (1\text{-}74)$$

(1-74) معادله د نا متجانس کتلستي تعامل کنتیکي معادله ده . دغه معادله په متوسط فشارونو کې د تطبیق وړ ده . که د غاز فشار ډیر زیات وي په هغه صورت کې $bP >> 1$ او $Q \approx 1$ کیږي . او په دې شرایطو کې (۷۴-۱) معادله په لاندې شکل لیکل کیږي .

$$V = dx / dt = K^{\cdot} \qquad (1\text{-}75)$$

او که فشار ډیر لږ وي ، نو په دې شرایطو کې چې $bP << 1$ وي (۷۴-۱) معادله په لاندې بڼه لیکل کیږي .

$$dx / dt = K^{\cdot} bP = K^* P \qquad (1\text{-}76)$$

K^* په وروستی معادله کې د قیاسي (تجربي) سرعت د ثابت په نوم یادیږي . د (۷۶-۱) معادلې څخه ښکاري چې غیر متجانس کتلستي تعاملونه په ټیټو فشارونو کې لمړی درجه کیمیاوي تعاملونه دي .

د نامتجانس کتلستي تعاملونو د فعالولوحقيقي او قياسي انرژي :

تجربو ښودلې ده چې lnK^* د $1/T$ سره خطي ارتباط لري . اود بله پلوه K^* د تودوخې د درجې سره دارينيوس د معادلې په څير په لاندې ډول اړيکه لري :

$$lnK^* = lnB - E^*/RT \qquad (1\text{-}77)$$

په (1-77) معادله کې B يو ثابت عدد دی او E^*د نامتجانسه کتلستي تعامل د فعالولو د قياسي (تجربي) انرژی په نوم ياده شوې ده . که د يو کتلستي کيمياوي تعامل د فعالولو حقيقي انرژي په E^* وښودل شي ، نو د دغه کتلستي تعامل د فعالولو د حقيقي او قياسي انرژی تر منځ اړيکه لاندې ښودل کيږي :

$$E^* = E^* - \lambda \qquad (1\text{-}78)$$

په ((۱-۷۸) معادله کې λ هغه انرژي ده چې د کتلست پر مخ د تعامل کونکو موادو د جذبيدو پر مهال آزاديږي .

د نامتجانسه کتلستي تعامل ځيني ځانګړتيا وی :

۱ـ د تعامل کونکو موادو سره د کتلست د ترکيب جوړولو مينه : تجربو ښودلې ده چې کتلست د تعامل کونکو موادو له ډلې څخه د يوې يا څو موادو سره د ترکيب جوړولو ميل لري چې دلته د کتلست او تعامل کونکو موادو د يوپر بل د آغيز په پايله کې غير ثابت منځني مواد جوړيږي ، کوم چې ډير ژر بيرته تجزيه کيږي اود تعامل حاصلات منځ ته راوړي . د بيلګې په توګه د هايدروجنيشن او دی هايدروجنيشن کتلستونه لکه مس ، پلاتين او نکل د هايدروجن سره ځيني منځمهاله موادلکه $Ni-H$, $Pt-H$, $Cu-H$ جوړوي . همدا ډول د اکسيديشن کتلستونه لکه پلاتين او پلاديم د اکسيجن سره لاندې منځمهاله مرکبونه جوړوي :

۲ـدکتلست انتخابي عمل : يو کتلست په هر کيمياوي تعامل کي د کتلست رول نشي لرلای ، بلکې هر کيمياوي تعامل ځانګړی کتلست لري . د کتلست ددی خورا مهمي ځانګړتيا له مخي د مختلفو کتلستونو د کارولو په صورت کي د عين تعامل کونکو موادو څخه مختلف حاصلات لاس ته راوړي . د بيلګې په توګه

$$CO + 3H_2 \xrightarrow[Ni]{240-260C^0} CH_4 + H_2O$$

$$CO + 2H_2 \xrightarrow[Cu]{} CH_3OH$$

۳ـدکتلستونو ګډوله : کله هم د کتلست د انتخابي عمل د زياتولو ، د کتست د حرارتي او ميخانيکي ثبات او يا د کتلستي فعاليت د زياتولو لپاره د کتلستونو ګډوله کاروي . لاندې ګډولې ددغسې کتلستونو ښه مثالونه دي .

$$(Al_2O_3 + Th_2O_2) , (Al_2O_3 + Cr_2O_3), (CaO + MgO)$$

۴ـدکتلستونو زهري کيدل : ځيني وخت د کتلستي تعامل په چاپيريال کي بيګانه مواد د کتلست پرمخ جذبيږي او په دې ترتيب د کتلست پرمخ ځيني فعال کتلستي مرکزونه پټ او کتلست له فعاليت څخه لويږي . دې پيښې ته د کتلست

زهري کيدل او کوم مواد چې د کتلست فعال مرکزونه مصروف اود فعاليت ښخه يې غورځوي د کتلست د زهرو په نامه ياديږي . لکه CO ، CS_2 ، H_2S آزاد هلوجنونه ، سيماب او ځيني مرکبونه يې ، د فاسفورس ، قلعي او سرب مرکبونه د هايدروجنيشن د کتلستونو (Ni , Pt) زهر دي . داچې د کتلست پرمخ
دبيگانه موادو جذبيدل کيداى شي رجعي او يا غير رجعي وي ، نو ځکه د کتلست زهري کيدل هم رجعي او يا غير رجعي کيداى شي .

۵-دبيگانه موادو په واسطه د کتلست فعاليت زياتول : ځيني وخت د کتلست سره داسي مواد يو ځاى کوي چې ددغه تعامل لپاره کتلست نه وي ، خودا مواد ددغه کتلست فعاليت زياتوي .

د نامتجانسه کتلستونو په هکله نظريې :

د نامتجانسه کتلستي تعاملونو په هکله تر اوسه ټولو ته د منلو وړ واحده نظريه نه ده را منځ ته شوې او مختلفي نظريې د نامتجانسه کتلستي جريان ځانګړي حالات تشريح کوي . هغه څه چې په دغو نظريو کې عموميت لري د کتلست پر مخ د تعامل کونکو موادو جذبيدل دي . تجربې ښيي چې د کتلست پر مخ د تعامل کونکو موادو په جذب کې د کتلست ټول مخ (د کتلست ټوله سطحه) ونډه نلري بلکې د جامدو کتلستونو پر مخ ځانګړې ساحې د موادو په جذب کې رول لري چې دغه ساحې د جذب د فعاله مرکزونو په نوم ياديږي . کله چې تعامل کونکي مواد د کتلست پر مخ پر فعاله مرکز جذب شي ، نو د کتلست پرمخ د تعامل کونکو موادو او کتلست څخه منځمهاله بې ثباته مواد جوړيږي . د کتلست پرمخ دفعاله مرکزونو د موادو د ماهيت په هکله مختلف نظريات ډول ډول انګيرنې وړاندې کوي چې لاندې د ځينو نظريو مهم ټکي را اخلو .

الف ــ دفعاله اتومي ګروپونو (مولتيپليټونو) نظريه :

دانظريه پر ۱۹۲۹ م کال لوندى بيان کړيده . ددې نظريې پر اساس د کتلست پر مخ منځمهاله بې ثباته مرکبونه د تعامل کونکو موادو اود کتلست د مخ د

یو شمیر فعاله اتومي ګروپونو یا مولتي پلیټونو (دوبلیټونو ، ترای پلیټونو ، کوادو پلیټونو یا سکس پلیټونو) څخه منځ ته راځي . مولتي پلیټونه د لږ شمیر (۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، یا ۶) اتومونو یا ایونونو څخه جوړ وي او ټاکلي هندسي شکل او انرژیکي حالت لري . د دې نظریې پر اساس که د کتلست د مخ د فعاله مرکز (مولتیپلیټ) هندسي شکل د تعامل کونکو موادو د مالیکولونو د فضایي جوړښت سره سمون (مطابقت) ولري اود مولتي پلیت د اتومونو تر منځ فاصلې د تعامل کونکو موادو په مالیکولونو کې داتومونو تر منځ د کیمیاوي اړیکو د اوږد والي سره یو شی وي ، نو دا ډول جامد کتلست مواد د تعامل کونکو موادو سره د کتلست پرمخ منځمهاله بې ثباته مرکب جوړولای شي . اودا جامد مواد (کتلست) ددغه تعامل لپاره د کتلست رول لرلای شي .

ب-دفعال انسامبلونو یا دګرځنده فعاله اتومونو د اتحاد نظریه :

کوبوزف پر ۱۹۳۹کال وویل چې د کتلست پر مخ فعاله مرکزونه د ګرځنده اتومونو څخه (چې شمیر یې ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۶ دي) جوړ وي . د ګرځنده اتومونو دغه ټولګي د کتلست پر مخ د ټاکلیو ساحو په محدوده کې آزادانه حرکت کولای شي . د اتومونو داټولګی د کتلست په کرستلي جالی کې شامل نه دي اود کتلست مخ یواځي ددغسي اتومونو د حامل حیثیت لري . د کتلست د مخ د هندسي جوړښت یا انرژیکي حالت د تو پیر پر اساس دکتلست پر مخ ز یاتې ساحې موجودې دي . اود ګرځنده اتومو ټولګی د ټاکلي ساحې په محدوده کې آزاد حرکت کولای شي . د جاذب کتلست پر مخ ددغه ډول ګرځنده اتومونو د زیاتیدو سره د کتلست فعالیت تر ټاکلی حده زیات او له هغې وروسته بیرته کمیږي . د فعاله انسامبلونو د نظریې اود تجربي معلوماتو له مخې ثابته شوې ده چې په اکسیدیشني کتلستي جریان کې یو اتومي انسامبل ، په هایدرو جنیشني جریان کې دوه اتومي انسامبل ، د امونیا د سنتیز په کتلستي جریان کې دري اتومي انسامبلونه ونده لري .
د فعاله انسامبلونو په نظریه کې د کتلست او تعامل کونکو موادو طبیعت په پام کې نه نیول کیږي .

ج د کتلست الکتروني نظریه : ددې نظریې پر اساس د مواد وکتلستي رول د د غه موادو په آزادو یا ژر تحریک کیدونکو الکترونو پورې اړه لري . د بیلګې په توګه د d عناصرو کتلستي رول د دغه عناصرو په اتومونو کې د پوره ډکو الکتروني اربیټا لونو څخه ونیمګړیو الکتروني اربیټا لونو ته د الکترونوپه توپ وهلو پورې او همدا ډول د نیمه هادي موادو کتلستي فعالیت ددغه عناصرو په اتومونو کې د ډکو او خالي اربیټالونو تر منځ د الکترونو په انتقال پورې مربوط ګڼي . او همدا الکترونونه د کتلست او تعامل کونکو موادو څخه دتعامل د منځمهاله غیر ثابت موادو د جوړیدو وسیله ګڼي .

ددې کتاب د پوهیدو لپاره یو شمیر مهم د ریاضي فورمولونه

mathematical relation

$$\pi = 3{,}14159265359 \quad , \quad e = 2{,}71828182846$$

logarithem and exponentials

$$\ln x + \ln y = \ln xy$$
$$\ln x - \ln y = \ln (x / y)$$

$$\ln x = (\ln 10) \log x = 2{,}302595 \log x$$

$$e^{x} . e^{y} . e^{z} = e^{x + y + z}$$

$$e^{x} / e^{y} = e^{x - y}$$

deravatives

$$d (f + g) = df + dg$$

$$d(f.g) = f\,dg + g\,df$$

$$d(f/g) = (1/g)\,df - (f/g^2)\,dg$$

$$df/dt = (df/dg).(dg/dt)$$

$$[\partial y/\partial x)]_z [\partial x/\partial Z]_y [\partial Z/\partial y]_x = -1$$

$$(\partial y/\partial x)_Z = 1/(\partial x/\partial y)_Z$$

$$dx^n / dx = n\,x^{n-1}$$

$$(d/dx).\ e^{ax} = a\,e^{ax}$$

$$d\ln x / dx = 1/x$$

integrals

$$\int x^n . dx = \frac{x^{n-1}}{n+1} + \text{const}$$

$$\int (1/x).dx = \ln x + \text{const}$$

$$\int_0^{\infty} x^n \, . \, e^{-ax} \, . \, dx = \frac{n!}{a^{n+1}}$$

$$\int Sin^2 ax \;.\; dx = (1/2)\,x - (1/4)\,a\,Sin\,2ax + const\,?$$

If $a^2 \neq b^2$

....

at T = 298 K

RT = 2 , 4790 kj / mol

RT / F = 25 ,693 mV

1eV = 1,602 18 . 10^{-19} j

= 96,485 Kj . mol^{-1}

= 8065 ,5 cm^{-1}

1cal = 4,184j

1at = 760 mmHg = 760 Tor = 101,325 Kpa

1Cm^{-1} =19864 . 10^{-23} j

1debye = 1 D= 3,33564 . 10 -30 coulomb metre

1A^0 = 10^{-10} m

$$1\ L\ .\ atm\ =\ 101{,}325\ j$$

انرژي $1j = 1kg\ m^2\ S^{-2}$

قوه $1N = 1\ Kgm\ .\ S^{-2}$

فشار $1Pa\ =\ 1N\ .\ m^{-2} = 1Kgm^{-1}\ .\ S^{-2}\ = 1\ j\ .m^{-3}$

$$1V = 1j\ .C^{-1}\ = 1Kg\ m^2\ .S^{-3}\ .\ A^{-1}$$

Symbol

T	G	M	K	Da	d	C	m
Tera	giga	mega	kilo	deca	deci	centi	mili
10^{12}	10^{9}	10^{6}	10^{3}	10^{1}	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}

μ	n	p
micro	nano	pico
10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}

مهم فزيکي ثابتونه

د اوو گد رو عدد $NA = 6{,}02\ .\ 10^{23}\ mol^{-1}$

د ځمکې د جاذبې د قوې تعجيل $a = 980{,}665\ cm\ .\ Sec^{-1}$

$$R = P^0 V^0 / T^0$$

اتوموسفيري فشار $p^0 = 760\ mmHg = 1,01325 \cdot 10^6\ pascal =$
$= 1at = 760\ torr$
$V^0 = 22,4\ L$
$T^0 = 273K0$
دغازونو عمومي ثابت $\mathbf{R} = P^0 V^0 / T^0 = 1,987\ cal \cdot grad^{-1} =. mol^{-1}$
$= 8,314\ j.grad^{-1} \cdot mol^{-1} = 82,0597\ cm^3. atm .grad^{-1}.mol^{-1}$
$= 0,082\ L. atm .grad^{-1}. mol^{-1} = 8,3147.10^7 erg.gra^{-1} \cdot mol^{-1}$
$RT = 2,4790 Kj / mol (T=298K^0)$
$RT / F = 25,693\ mV$
د فرادی عدد $F = 96500\ C / eq = 96500\ j / eq = 23062,3 cal/eq$

د بولتزمن ثابت $K = R / NA = 1,38045 \cdot 10^{-16}\ erg .grad^{-1}$

د الکترون چارج $= 1,60206.10-19C = 4,8029\ e .s . u$

د پلانک ثابت $h = 6,6252 \cdot 10^{-27}\ erg \cdot Sec$

د اخستو پتې

1-Physical Chemistry 8 th ed Atkinis Oxford 2006?
2- Principles of physical chemistry . Hans Kuhn , 2009 , Canada
3- The elements of Physical Chemistry . P W. Atkins oxford , Newyark . 2002.
4- Solutions maual for principles of Physical Chemistry . H . Kuhn , 2010 , Canada .
5- Fundamentals of Chemical kenetic s . S.R . LoGAN . Eng . 1998
6-Physical and Chemical kenetics . R. Stephen Berry and others Oxford 2002
7- Chemical Kenetics Luis Arnaut and others . Amsterdam 2007
8- کیمیای فزیکي (ممد درسي برای محصلان رشته تکنالوژي کیمیا خیر محمد ماموند . انتشارات پولیتخنیک کابل ۱۳۵۹ کال .

9 -. فزیکي کیمیا (پوښتنې او حل شوي مثالونه) . خیر محمد ماموند انتشارات پولیتخنیک کابل ۱۳۶۱ کال .

دو یم فصل

دکیمیاوی موادو دپیژندني او څیړنې لارې

په دی فصل کې د کیمیاوي موادو د جوړښت همدا رنګه د کیمیاوي موادو د نوعیت او مقدار د پیژندني لاری په ګوته کیږي

اول سپکترو سکوپي

(Spectroscopy)

سپکتروسکوپي: د کیمیاوي موادو د یو ټاکلي خاصیت دکمیت د جدا جدا (دسکرت) قیمتونود مرتب زیاتیدو یا کمیدو قطارد دغه خاصیت د سپکتریا سپکتروم په نوم یادیږي .د کیمیاوي موادو د یو ټاکلي خاصیت د سپکتر لاسته راوړل اود سپکرونو له مخې د کیمیاوي موادو شننه (تحلیل)د سپکترو سکوپی د پوهې په نوم یادیږي .د سپکترونو د لاسته راوړلو او ارزوني لپاره خانګړې الې (سپکتروسکوپ ، سپکترو متر ، سپکترو فوتومتر اونور) کارول کیږي . د کیمیا وي موادو د جوړښت او د کیمیاوي موادو د نوعیت او مقدار د پیژندلو لپاره د سپکترو سکوپی څخه کار اخستل کیږي .لاندی د کیمیاوي موادو د څیړني لپاره دسپکترو سکوپی ځیني لاری تشریح کیږي .

1- ماس سپکترومتري (mass spectrometry):

د کوچنیو ذرو(اتومونو او مالیکولونو)د کتلو د توپیر له مخې ددغه ذرو پیژندل او یو له بله یي فرق کول د ماس سپکترو متري اساس جوړوي . د ماس سپکترو متری په واسطه د کیمیاوي عناصرو ایزو توپونه پیژندل کیږي .دا متود د کیمیاوي تحلیل ، د ایوني تعاملونو د څیړني او هم د کیمیاوي موادو د مالیکولونو د جوړښت د پیژندني لپاره کارول کیږي .همدا دول د ویني معاینه ، په تجارتي خوراکي شیانو کې د مضره موادود شتون کنترول او نورې څیړنې د ماس سپکترو سکوپی په واسطه تر سره کیږي .په ماس سپکترو متر کې د یوې کیمیاوي مادې د مالیکولونو د جوړښت دپیژندني لپاره لمړی باید دغه ماده خالصه شي . داخالصه ماده بیا په خلا ($\sim 10^{-4}$ pa)کې په غاز اوړي او وروسته ایونایز کیږي .د امتحاني مادې مالیکولونه په دیرو لارو (طریقو)ایونایز کیدای شي چې د هغې له جملې څخه یوه لاره یي د آزادو الکترونو ګوزار دی . په دې طریقه

کي د امتحاني مادي ماليکولونه د آزادو الکترونو په واسطه په ډیر شدت ویشتل کیږي . دلته آزاد الکترونونه د امتخاني مادي ماليکولونوته دومره نژدې کیږي چې له ځینو ماليکولونو څخه الکترونونه الوزوي او هم ځیني کیمیاوي اړیکې شلیږي اوپه پایله کي د امتخاني مادي ماليکول ایون (ماليکول چې الکترون ورڅخه جلا شوی وي)یعني د ماليکول مثبت چارج لرونکي ټوټې یا فرگمنټونه جوړیږي چې د زیاتره ټوټو چارج (+1) وي . د بیلګي په توګه د آزادو الکترونو د ګوزار په واسطه د کاربنډای اکساید د ایونایزیشن په پایله کي لاندې مثبت ایونونه لاس ته راځي .

$$CO_2 + e^- \;\ldots\ldots\ldots\rightarrow\; CO_2^+ + 2e^-$$

$$CO_2^+ \;\ldots\ldots\ldots\ldots\rightarrow\; CO + O^+$$

په (۱-) شکل کي د ماس سپکترو متر ډیره ساده شیما ښودل شویده . دلته د ایون جوړوني په ځای(۱) کي د ګرم (داغ) سیم څخه الکترونونه آزادیږي . دا الکترونونه په برقي ساحه (70V)کي چټک (تسریع) کیږي او کله چې د امتحاني مادي د خنثی ماليکولونو سره ټکر وکړي ،نو د امتحاني مادی ماليکولونه ټوټې کیږي او مثبت چارج لرونکي ټوټې (ایون ماليکولونه) ورڅخه لاس ته راځي . دا ایونونه د برقي ساحې تر آغیز لاندې تسریع کیږي او انالایزر تیوب (۲)ته داخلیږي . د ایونو تر منځ د ټکر په نتیجه کي د ایونو د حرکت د مسیر دکړیدو د مخنیوي لپاره په انالایزرتیوب کي د خلاجوړونکی پمپ (۳) په واسطه لوړه خلا (10^{-5} pa)جوړوي . انالایزرتیوب د مقناطیسي ساحې (۴) له منځه تیریږي .تسریع شوي مثبت ایونونه مقناطیسي ساحې ته (کومه چې د ایونو د حرکت پر مسیر عمود ده) داخلیږي .د مقناطیسي ساحې تر اغیز لاندې ایونونه له خپل اصلي مسیر څخه کږیږي (انحراف کوي) . ددې انحراف اندازه د هر ایون په کتله (m) او چارج (Ze)پورې اړه لري . کله چې په V پوتانسیل لرونکي برقي ساحه کي ایون تسریع کیږي ، نو کنتیکي انرژي یي د برقي ساحې د پوتانسیلي انرژی سره مساوي کیږي :

$$\tfrac{1}{2} mv^2 = ZeV \quad , \quad v = \sqrt{2ZeV/m} \quad \ldots(1)$$

په (۱) افاده کي v د ایون د حرکت سرعت او V دبرقي ساحې د پوتانسیل توپیر ښیي . کله چې Ze چارج لرونکي ایون په v سرعت د مقناطیسي ساحې (B)پر جهت عمود حرکت کوي ، نود ZevB په اندازه قوه (چې جهت یي د سرعت پر وکتور او هم د مقناطیسي ساحې پر وکتورعمود دی)منځ ته راوړي . داقوه نوموړی ایون پر دایروي مدار چې شعاع یي r ده چورلوي . دبله پلوه د جذب المرکز قوه (mv^2/r) کومه چې پر

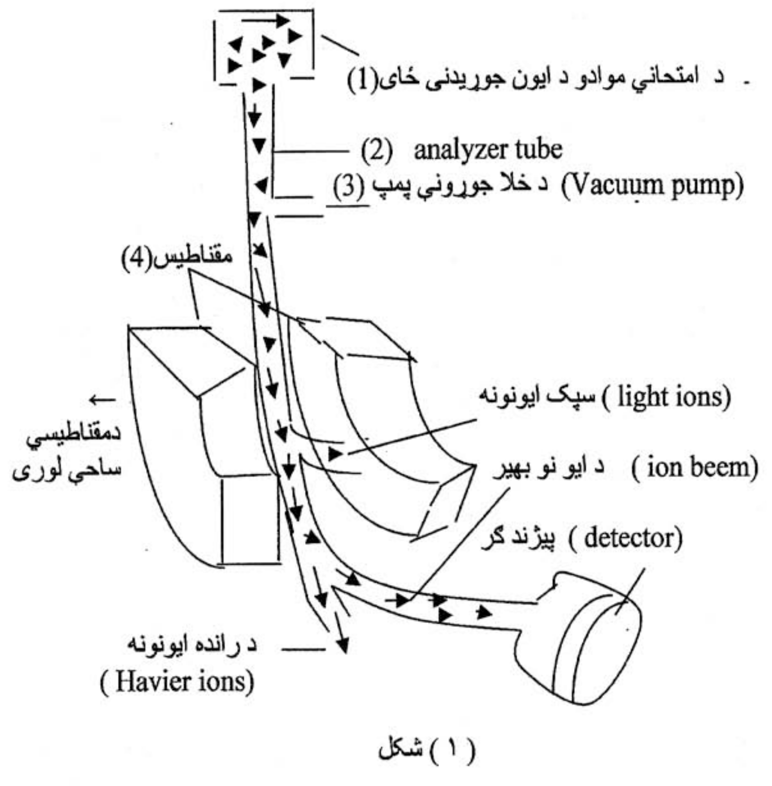
دغه دايروي مدار د ايون د چورلولو سبب گرځي د مقناطيسي ساحي لخوا عمل كوي پس ليكو چي

$$mv^2/r = ZevB \rightarrow. \quad v = ZeBr/m \quad ..... \quad (2)$$

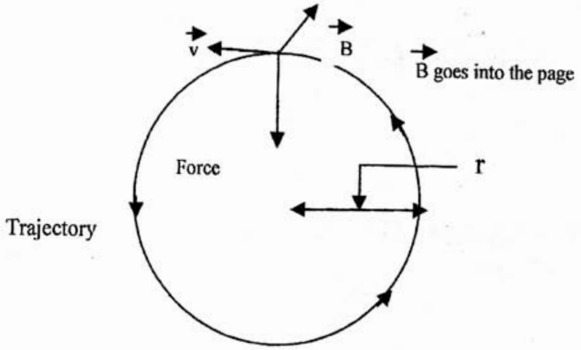
د (۱) او (۲) معادلو د مقايسې څخه ليكو :

$$ZeBr/m = \sqrt{2ZeV/m}$$

$$m/Z = eB^2 r^2 / 2V \qquad (3)$$



(۱) شكل



(۲) شکل

د(۳) معادلې څخه ښکاري چې د ایون کتله (m) او د مقناطیسي ساحې څخه د تیریدو پر مهال د لمړني مسیر څخه د ایون د لارې د کږیدو دانحنی شعاع (r)یود بل سره مستقیم تناسب لري . یا په بله وینا د مقناطیسي ساحې تر اغیز لاندې لوی (درانده) ایونونه د خپل لمړني مسیر څخه لږ کږیږي (د ایونو د لارې د انحنی شعاع r لویه وي) او کوچني(سپک) ایونونه د خپل لمړني مسیر حخه زیات انحراف کوي (د لارې د انحنی شعاع r يي کوچنی وي). (۲ شکل وګورئ) . نو کله چې د مختلفو کتلو لرونکي ایونونه (چې د اکثرو چارج $Z = +1$دی) مقناطیسي ساحې ته داخل شي ، دلته دغه ایونونه د خپل لمړني مسیر څخه په مختلفو اندازو انحراف کوي اوپه پایله کې ایونونه یو له بله جلا کیږي . او کله چې ایونونه پرپیژندګر(دیتکتور –5) غورځي نو هره کتله جلا برقي سګنال رامنځته کوي . ولې ټول هغه ایونونه چې عین کتله لري یو شریک سګنال جوړوي .که یوه ټاکلې کتله ډیر کرته په دیتکتور کې راجستر شي ، نو د ددغې کتلې اړوند سګنال شدت (د سګنال لوړوالی) د نورو سګنالونو په پرتله زیات وي . په خپل منځ کې د سګنالونودشدت د پرتله کولو لپاره د تر ټولو لوړ سګنال شدت (٪۱۰۰) مني اود هغې په پرتله د نورو سګنالونو د شدت فیصدي محاسبه کوي او په پای کې د کتلې او د سګنال دشدت ارتباط په ګراف کې ښيي . داسې ګراف د ماسسپکتروم په نامه یادیږي . لاندې د 2-ethoxybutane دمالیکولونو څخه د ممکنه فرګمنټونو جلاکیدل او په (۳) شکل کې د
2-ethoxybutane ماسسپکتروم ښودل شوی دی .

....

2-ethoxyethane (M =102 amu)

$$\mathrm{CH_3-\overset{\displaystyle H\atop |}{C}H_2-C-O-\underset{|\atop \displaystyle CH_3}{CH_2}-CH_3}\quad \overset{\text{توتې کيدل}}{\cdots\cdots\longrightarrow}$$

$$\mathrm{CH_3-CH_2-CH-O-\underset{|\atop \displaystyle CH_3}{C}H_2^{+}}\ ،\ \mathrm{CH_3-CH_2-\overset{+}{C}H-O-CH_2-CH_3}$$

87amu   87amu

$\mathrm{HO-CH^{+}-CH_3}$, $\mathrm{CH_3-CH_2^{+}}$

45 amu   29 amu

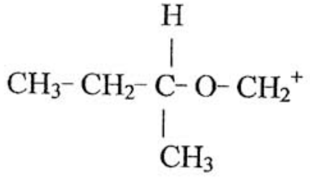
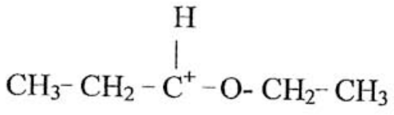
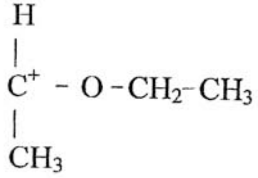
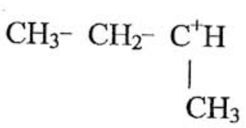
$$\mathrm{\overset{\displaystyle H\atop |}{\underset{|\atop \displaystyle CH_3}{C^{+}}}-O-CH_2-CH_3}\ ,\quad \mathrm{CH_3-CH_2-\overset{\displaystyle H\atop |}{\underset{|\atop \displaystyle CH_3}{C^{+}}}}$$

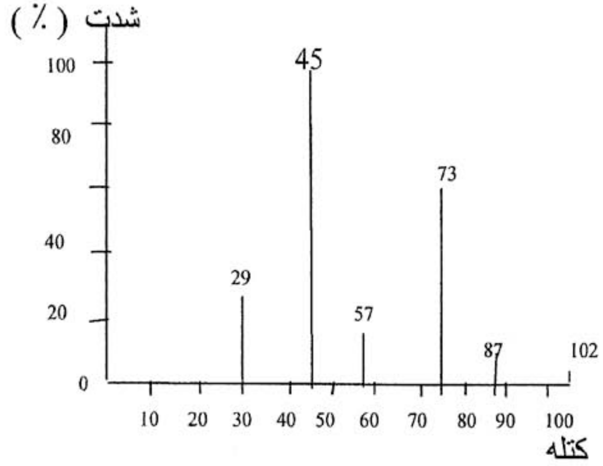
73 amu   57 amu

د 2-ethoxybutane په ماليکول کې د کيمياوي اړيکو نمرې

....

$$\mathrm{CH_3\ldots^{1}\ldots CH_2..^{2}\ldots\overset{\displaystyle H\atop |_3}{\underset{|_8\atop \displaystyle CH_3}{C}}\ ..^{4}.\ O\ .^{5}.CH_2..^{6}..\overset{\displaystyle H\atop |}{\underset{|\atop \displaystyle H}{C}}..^{7}.\ H}$$

د شلید لي اړيکي نمره	ماليکولي ټوټه (فرګمنټ)
6	
8	
4	$HO-C^{+}H-CH_3$
2	$CH_3-CH_2^{+}$
2	
4	



(۳) شکل
د 2- ethoxybutane ماسسپکتروم

پوښتنې :

۱-پاس د 2-ethoxybutane د مالیکول جوړښت اوپه مالیکول کې د کیمیاوي اړیکو نمرې ورکړل شوې دي ددغه مالیکول څخه دمختلفو فرګمنتونو جلاکیدل په پام کې ونیسئ
الف- د مالیکول څخه د هر فرګمنټ د جلاکیدو پر مهال کومه کیمیاوي اړیکه شلیږي ؟

ځواب : په پورتني مخ کې له 2-ethoxybutakeڅخه دجلاشویو توتو اود شلیدلي کیمیاوي اړیکې نمرې ورکړل شوې دي .

ب- د نوموړي مالیکول څخه دلاس ته راغلیو توتو څخه معلومیږي چې ددغه توتو له جملې څخه د یوی توتې دجلاکیدو په پایله کې نه یواځې یوه اړیکه شلیدلې ده بلکې په هغې کې د یوه اتوم ځای هم بدل شوی دی . وواياست چې دغه فرګمنټ کوم دی . دلته په مالیکول کې کومه اړیکه شلیدلې ده اود کوم اتوم ځای بدل شوی دی .

ځواب : دغه فرګمنټ $HO-C^{+}H-CH_3$ دی دلته په مالیکول کې (۴) اړیکه شلیدلی ده او دلته د H اتوم د C له اتوم څخه د O اتوم ته ورغلی دی .
۲-دلاندی کیمیاوي موادو څخه کوم فرګمنتونه جلا کیدای شي .
الف-بروم متان
ب-پروپان

ځواب : لمړی د هرې مادې جوړښتي فورمول او بیا د هر مالیکول فرګمنتونه لیکو.

```
     H
     |
 H - C - Br
     |
     H
```

CH_3^+ , Br^+ , CH_2-Br^+ , H^+ . $CHBr^+$ · CH_2^+

```
   H  H  H
   |  |  |
H- C- C- C- H
   |  |  |
   H  H  H
```

$CH_3-CH_2-CH_2^+$, $CH_3-CH^+-CH_3$, $C_2H_5^+$, CH_3^+ , H^+

۴: په (7) مخ کې د ethoxyfutane -2دمالیکول جوړښت اود هغې څخه لاسته راغلیو ټوټو ته که متوجه شئ ، نو لیدل کیږي چې د نورو ټوټو د جلاکیدو امکان هم شته . دغه ټوټې کومې دي چې پاس نه دی ښودل شوې .
ځواب: CH_3^+ , H^+

۵-دیوی کیمیاوي مادی په ماسسپکتروم کي د 15 amu ، 29amu ، او 45amu توټي لیدل کیږي . د لاندی جدول له مخي وواياست چي دغه کومه ماده ده .

کیمیاوي ماده	گروپ	کتله (amu)
الیهاید ، کیتون ، ایتر ، امینونه	H	۱
متایل لرونکي مرکبونه	CH_3	۱۵
الدیهاید ، ایتایل لرونکي مرکبونه	CHO , C_2H_5	۲۹
عضوي تیزابونه	COOH	۴۵

ځواب :

$$CH_3-CH_2-COOH$$

۶-په یو ماسسپکتروم کي کوم پیک د امتحاني مادي د جوړښت په هکله دقیق مالومات ورکوي .

الف-هغه پیک چي په لویه کتله پوري مربوط وي.
ب-هغه پیک چي په کوچنی کتله پوري مربوط وي .

ځواب : هغه پیک چي د لوی کتلي لرونکي توټي پوري مربوط وي د امتحاني مادی د مالیکول لوی قسمت ښيي اود مالیکول لوی قسمت د اصلي مالیکول دجوړښت په هکله دقیق مالومات ورکوي .

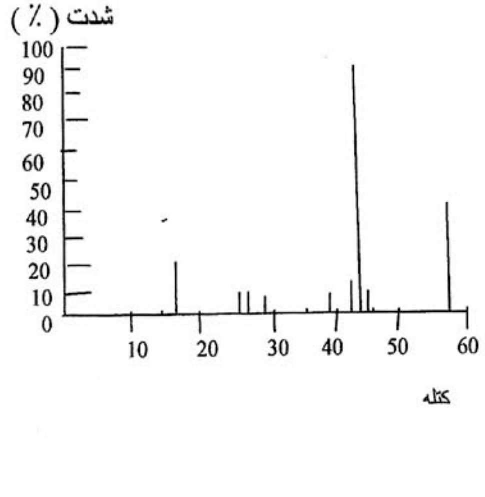
۷-د پروپانون او پروپانل مالیکولي کتلي یو شی دي مگردهغوی ماسسپکترونه توپیر لري چي په (۴-۱) او (۵-۱)شکلونو کي ښودل شوي دي وواياست چي کوم ماسسپکتروم په کومي مادي پوري اړه لري .

خواب :لمړی ددغه دواړو کیمیاوي مرکبونو جوړښتي فورمولونه لیکو . بیا ددغه جوړښتي فورمولونو له مخي دمختلفو فرگمنتونو د جلاکیدو امکانات اوهم د باقي پاتي قسمت کتله په پام کي نیسو :

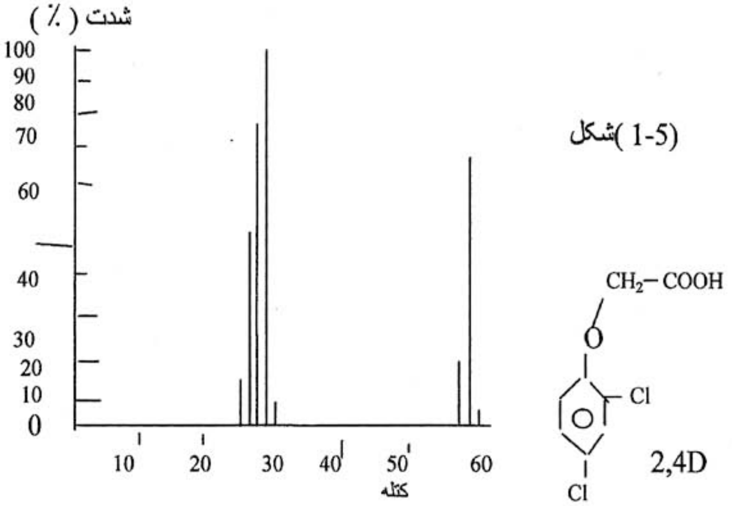
$$CH_3-\overset{O}{\overset{//}{C}}-CH_3$$

$$CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{//}{C}}-H$$

ددغه دواړو مادو ماليکولي کتلې (58 amu)دی . د (1-4)شکل په ماسسپکتروم کې يو پيک په 15amu او بل لوړ پيک پر 58-15=43amu کې ښکاري . د 43amu پيک له شدت (لوړوالي) څخه معلوميږي چې دلته د يو زيات شميرد CH_3^- ګروپونه له کوم ماليکول څخه جلاشوي دي پس ويلای شو چې د (4 -1) شکل ماسسپکتروم په پروپانون پورې اړه لري . همدا ډول د(5-1) شکل په ماسسپکتروم کې د 29amuکتلې ته نژدې يو شمير پيکونه ښکاري . دغه پيکونه کيدای دايتايل وي اود الديهايد د فرګمنتونو څخه لاس ته راغلي وي . يعنی کيدای شي چې دغه ماسسپکتروم د پروپانل وي .



(1-4) شکل



(1-5)شکل

۸-په مخدره موادو او هم په باراني دند، اوبو کې یوه ډیره مضره ماده یعني dichlorofenoxy ethanoic acid چې تجارتي نوم یې 2,4 D دی موجوده وي . ددی مادې د تثبیتولو لپاره ماسسپکترومتري ډیره کاروي . د نوموړې مادې کیمیاوي فورمول پاس ورکړل شویدی . ددی مادې په ماسسپکتروم کې پر 162amu , 175amu او 220amu پیکونه جوړیږي . ددغه پیکونو جوړیدل توضیح کړئ .

خواب :

د نوموړې مادې مالیکولي کتله 220amu ده پس لرو چې :

الف-د220amu پیک پخپله په مالیکول ایون پورې اړه لري .

ب-که له دغه مالیکول څخه د COOH گروپ (M=45amu) جلاشي نود

$$220 - 45 = 175 \text{ amu}$$

پیک لاس ته راخي یعنی د 175amu پیک په Cl_2- C_6H_3 – O توتې پورې اړه لري .

$$|$$

$$CH_2$$

ج-که له D 4, 2 ماليکول څخه داسي يو گروپ جي کتله يي 58amu وي جلاشي 162amu= (58 -220)نود 162پيک لاسته راځي مګر دلته نور امکانات هم شته مثلا که د $Cl_2 – C_6H_3$ –O-CH_2 فرگمنټ څخه چي کتله يي 175amu ده د CH (13amu)گروپ جلاشي اود هايدروجن يو اتوم له C څخه د O اتوم ته لاړشي په هغه صورت کي د Cl_2- C_6H_3 -OH فرگمنټ چي کتله يي 162amu ده لاس ته راځي .

تبصره : ماسسپکترومتري يواځي د ماليکول د فرگمنتونو د کتلو له مخي د ماليکول د جوړښت په هکله قضاوت کوي . داچي مختلف فرگمنتونه لکه (CHO , C_2 H_5) کيداى شي عين کتله ولري نوپه دي دليل د ماسسپکتروم له مخي د ماليکول د جوړښت په هکله مطلق قضاوت ډير اطمناني نه وي . پرته له دى د ماسسپکتروسکوپي د مطالعي څخه داسي ښکاري چي ديو ماسسپکتروم تشريح کول اوږده عملي تجربه غواړي اود کيمياوي موادو د ماليکول د جوړښت دپيژندني لپاره خيي وخت اضافي څيړنو ته ضرورت پيښيږي .

د کيمياوي موادو جوړښت (stracture of material):

کيمياوي مواد د ډيرو کوچنيوذرو (اتومونو) څخه جوړ دي . اتومونه د کيمياوي اړيکو په واسطه په خپل منځ ټينګ تړاو پيداکوي او ماليکولونه جوړوي . ماليکولونه د ماليکولو تر منځ قواو په واسطه يو بل راکاږي (يو بل ته نژدې کيږي) او لوى کتلي (اگريگاتونه) جوړوي . د اتوم او ماليکول د جوړښت او همدارنگه د بين الماليکولي قواو په هکله دعمومي کيميا په کتاب (مولف پوهاند دوکتور خير محمد ماموند . ۲۰۰۲کال)مفصل معلومات ورکړل شوي دي . په دي کتاب کي په ډير ساده او لنډ ډول د اتوم او ماليکول د جوړښت يادونه کيږي او ورپسي د کيمياوي موادو د اتومونو او ماليکولونو د جوړښت ، نوعيت او مقدار د پيژندلو لاري تشريح کيږي .

1-1- داتوم جوړښت او اتومي سپکترونه atomic stracture and atomic spectra :

ديو عنصر ډيره کوچنى ذره چي ددغه عنصر ټول کيمياوي خواص ولري د اړوند عنصرد اتوم په نوم ياديږي . د ساينس پوه راذرفورد د تجربو له مخي اتوم مثبت برقي چارج لرونکي (+) ډيره درنه هسته لري چي د اتوم تقريبا ټوله کتله پکي ځاى شوى ده . اود هستي چاپيره منفي برقي چارج لرونکي (-) الکترونونه (e)حرکت کوي . د اتوم په هسته کي مثبت برقي چارج لرونکي ذري يعني پروتونونه (p^+) او خنثى ذري يعني نيوترونونه(n^0)ځاى لري . د الکترونو او پروتونو برقي چارج مخالف

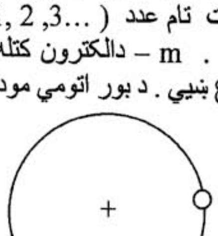
العلامه او کمیت یې پوښی(مساوي) دی، نو ځکه آزاد اتوم برقي چارج نلري . د اتوم د جوړښت په هکله د نلزبور کلاسیکه نظریه چې اتومي سپکترونه ښه تشریح کولای شي لاندی ورکړل شوی ده .

دبور نظریه (The Born theory):

دبور د نظریې په اساس اتوم مثبت برقي چارج لرونکي هسته لري . په هسته کې مثبت برقي چارج لرونکي ذرې یعني پروتونونه او خنثی ذرې یعني نیوترونونه ځای شوي دي . منفي برقي چارج لرونکي الکترونونه د هستې چاپیره په دایروي کوانتي مدارونو (یو له بله جلا مستقر دایروي مدارونو) کې حرکت کوي . کله چې الکترون په دغسې مستقر دایروي مدار کې ګرځي انرژي نه را نیسي او نه یې آزادوي . یواځې هغه وخت چې الکترون له یوه کوانتي الکتروني مدار څخه بل کوانتي الکتروني مدار ته توپ وهي انرژي رانیسي او یا یې آزادوي . بور د کوانتي مدارونو په هکله وایي : د مستقر دایروي الکتروني مدار (کوانتي الکتروني مدار) دوراني مومنت د 2 /h ضرب n سره مساوي کیږي یعني لیکوچې :

$$P = n(h/2\pi) = mvr \;..(1-1)$$

په پورتنی افاده کې h- د پلانک ثابت ($h=6,6252.10^{-27}$ erg.sec) ، p- دالکترون دوراني مومنت او n مثبت تام عدد ($n= 1, 2 ,3\ldots$) دی چې دالکتروني مدار د کوانتي عدد په نوم یادیږي . m – دالکترون کتله ، v- دالکترون سرعت او r - ددایروي الکتروني مدار شعاع ښیي . د بور اتومي مودل په (۱-۱) شکل کې ښودل شوی دی .



(۱-۱) شکل
د هایدروجن اتوم

په (۱-۱) شکل کې د هایدروجن د اتوم جوړښت ښودل شوی دی . په عادي حالت کې الکترون هستې ته نژدې الکتروني مدار $n = 1$ کې حرکت کوي . دداسې مدار شعاع تر ټولو کوچنی ولی د غه مدار ډیر ثابت دی . کله چې اتوم له بهره انرژي جذب کړي

نو بیا الکترون له $n = 1$ مدار څخه لوړ ($n > 1$) مدار ته ټوپ وهي (اتوم تحریک کیږي) . په لوړ مدار کي الکترون زیات وخت نشي پاتي کیدای او بیره ټیټ مدار ته را غورځي .(ټوپ وهي) او جذب کړي انرژي بیرته د رڼا په بڼه ازادوي . د بور د نظریې په اساس دایروي الکتروني مدارونه هر یو کوانتي دي . یعني دغه مدارونه یو له بله په ټاکلي فاصله جلا اوانرژي یې هم کوانتي ده یعني انرژي یې کټه مټه مشخصه او یو له بله په ټاکلي اندازه توپیر لري . پس کومه انرژي چې الکترون یې له یو کوانتي الکتروني مدار څخه بل کوانتي الکتروني مدار ته د ټوپ وهلو پر مهال جذب یا ازادوي دهغې مقدار هم کوانتي دی یعني لیکو چې :

$$E = E_1 - E_2 = h\gamma \qquad (1\text{-}2)$$

په وروستی افاده کې E_1 او E_2 په (۱) او (۲) اختیاري الکتروني مدارونو کي د الکترون انرژ ي ښیي . $h\gamma$ دلته جذب یا ازاده شوی کوانتي انرژي ده چې h -د پلانک ثابت او γ- د لوړ الکتروني مدار څخه ټیټ الکتروني مدار ته دالکترون دراغورځیدو په پایله کي دآزادی شوې انرژي (رڼا) فریکونسي ښیي . که څه هم د بور نظریه له یو الکتروني مدار څخه بل الکتروني مدار ته د الکترون د ټوپ وهلو میخانیکیت نه تشریح کوي ، خودا نظریه د کوانتي الکتروني مدارونو په مفهوم کي خط خط اتومي سپکترونه اود مستقر الکتروني مدارونو په مفهوم کي په عادي حالت کي د اتوم ثبات بیانوي . تر ټولو مهمه خبره خو داده چې کومې نظریې محاسبې چې د بور د نظریې پر اساس کیږي د تجربې ارقامو سره ښه سر خوري . بور د مثبت (+)برقي چارج لرونکی هستې او منفي(-) برقي چارج لرونکي الکترون تر منځ الکترو ستاتیکي جذب قوه په پام کي نیسي اود یو الکتروني اتوم (هایدروجن) د یو شمیر خواصو د افادې لپاره لاندې فورمولونه لاس ته راوړي :
که د الکترون برقي چارج په (e^-) اود پروتون برقي چارج په (e^+) ، ($e^- = e^+$) اود عنصر اتومي نمبر په Z و ښودل شي ، نو د هستې او الکترون تر منځ الکتروستاتیکی جذب قوه (F_1) مساوي کیږي :

$$F_1 = \frac{Z \cdot e^- e^+}{r^2} = \frac{Z e^2}{r^2} \qquad (1-3)$$

r - په پورتنی (۱ – ۳) افاده کي د هستې او الکترون تر منځ فاصله ښیي . کله چې هستې ته د الکترون د جذبیدو قوه (د جذب المرکز قوه) له هستې څخه د الکترون د لیرې کیدو د قوې (د فرار المرکز د قوې) سره مساوي شي ، نو بیا الکترون د هستې

چاپیره پردایروي مدار چورلي . یعني الکترون د هستي چاپیره پر دایروي الکتروني مدار چې شعاع یې r ده حرکت کوي . په دې شرایطو کې لیکو چې :

$$F_2 = \frac{mv^2}{r} \qquad (1-4)$$

په وروستی (۱ ــ ۴) افاده کې v - پر دایروي الکتروني مدار د الکترون د حرکت سرعت او m د الکترون کتله ښيي . د (۱- ۳) او (۱ ــ ۴) افادو څخه د مستقر دایروي الکتروني مدار د شعاع افاده په لاندې ډول په لاس راځي .

$$F_1 = F_2 = \frac{Ze^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \qquad (1\text{-}5)$$

$$r = \frac{Ze^2}{mv^2} \qquad (1\text{-}5)^-$$

اود (۱ - ۱) معادلې څخه په الکتروني مدار کې د الکترون سرعت (v) مساوي کیږي :

$$v = \frac{nh}{2\pi\ mr} \qquad (1-1)^-$$

په (۱- ۵) معادله کې د الکترون د سرعت افاده -(۱ ــ ۱) په پام کې نیسو اولیکو :

$$r = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2\ m Z e^2} \qquad (1-6)$$

د وروستی (۱- ۶) معادلې له مخې د هایدروجن د اتوم (Z = 1) د لمړي الکتروني مدار (n = 1) شعاع مساوي کیږي :

$$r = 0,529 . 10^{-8} \text{ cm} = 0529 A^0$$

د هایدروجن د اتوم د لمړي الکتروني مدار د شعاع دا محاسبه شوی قیمت د تجربي څخه لاس ته راغلي قیمت سره ښه سر خوري . داتوم د جوړښت په هکله بله مهمه موضوع په یو الکترو ني مدار کي د الکترون د انرژی پیژندل دي . په الکتروني مدار کي د الکترون توله انرژي د الکترون د کنتیکي انرژي (E_k) او پو تانسیلي انر ژي (E p) د مجموعي څخه عبارت دی. که د اتوم د هستي نه په لایتناهي لري فاصله کي د ساکن الکترون پو تانسیلي انرژي صفر ومنو . پس له هغي نه په هره کیفي لري فاصله کي د الکترون پوتانسیلي انرژی لپاره لیکو .

$$E_p = \int_{\infty}^{r} F\, dr = \int_{\infty}^{r} \frac{Ze^2}{r^2}\, dr = -\frac{Ze^2}{r} \qquad (1-7)$$

اود (۱- ۵) معادلي په پام کي نیولو سره د کنتکي انرژی لپاره لیکو :

$$E_k = ½\, mv^2 = Ze^2 / 2r \qquad (1-8)$$

پس په n الکتروني مدار کي د الکترون توله انرژي مساوي کیږي :

$$E\,n = E_k + E_p = \frac{Ze^2}{2r} - \frac{Ze^2}{r} = \frac{-Ze^2}{2r} \qquad (1\text{-}9)$$

که د (۱ -۶) معادلي څخه د r قیمت په (۱ – ۸) معادله کي په پام کي ونیسو ، نو په n الکتروني مدار کي د الکترون د تولي انرژی افاده په لاندي ښه لاس ته راځي :

$$En = -\frac{2\,\pi^2 . m\, e^4 . Z^2}{n^2 \quad h^2} \qquad (1-10)$$

کله چي الکترون د لوړ کوانتي الکتروني مدارڅخه ټیټ کوانتي الکتروني مدار ته را غورځي دلته انرژي د رڼا په ښه آزادیږي . د ازادي شوي رڼا انرژي د لوړ او ټیټ کوانتي الکتروني مدارونو د انرژی د توپیر سره مساوي کیږي یعني لرو چي :

$$E_2 - E_1 = h\gamma \qquad (1\text{-}11)$$

دلته E_2 د لوړکوانتي الکروني مدار او E_1 د ټيټ کوانتي الکتروني مدار انرژيکي سويې ، $h\gamma$ د ازادی شوې کوانتي انرژي (رڼا) اندازه او γ د ازادی شوې رڼا د وړانگې فريکونسي ښيي .

$$\gamma = \frac{E_2 - E_1}{h} \qquad (1\text{-}12)$$

که د En قيمت له (10-1) معادلې څخه په (۱۲-۱) معادله کې کښيږدو اود فريکونسی γ پرځای موجي عدد ω په پام کې ونيسو نو (۱۲-۱) معادله لاندې شکل غوره کوي :

$$\omega = 1/\lambda = \gamma / C$$

$$\omega = \frac{2\pi^2 me^4}{Ch^3} Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \qquad (1\text{-}13)$$

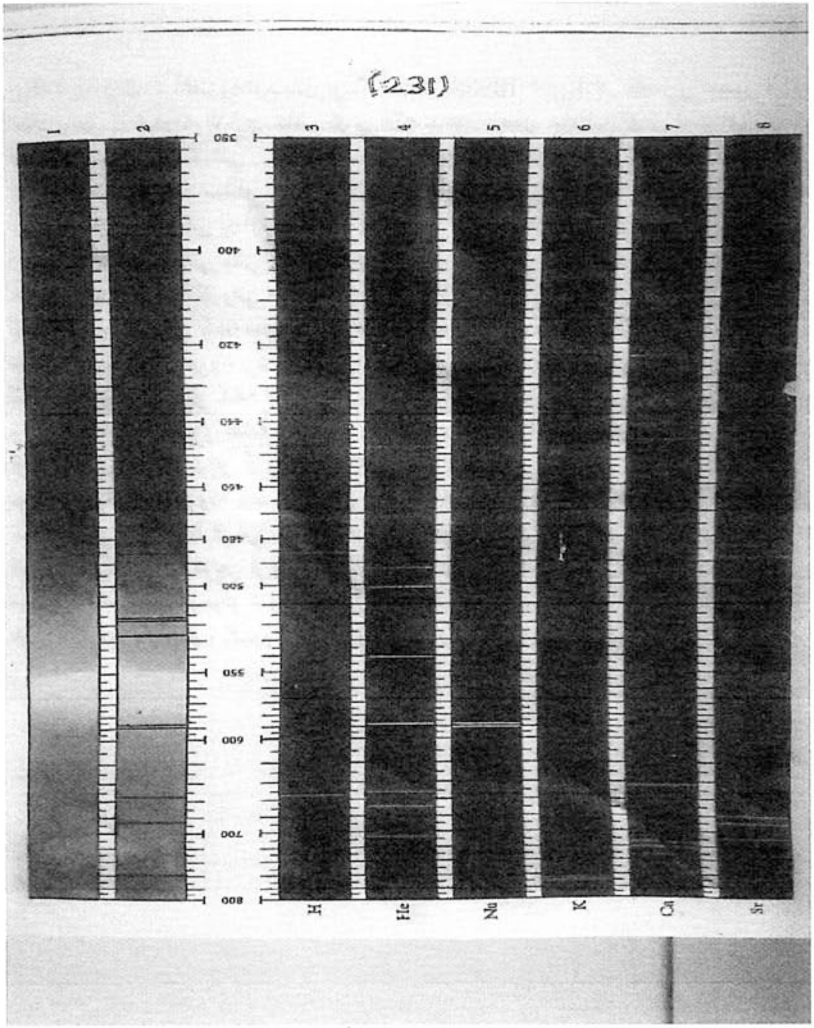
C -په وروستی افاده کې د رڼا سرعت ، λ- د رڼا د څپو اوږد والي ،Z-داړوند عنصر اتومي نمبر ، n_1 او n_2 دکوانتي الکتروني مدارونو (د عمومي انرژيکي سويو) نمرې ښيي . ω د موجي عددپه نوم ياديږي او هغه ښيي چې په يو سانتي متر فاصله څو څپې (څو موجونه) ځای شوي دي . داچې C, h , m , e او n ثابت اعداد دي پس (۱ – ۱۳) معادله په لاندې شکل ليکي :

$$\omega = R_H \ . \ Z^2 (1 / n_1^2 - 1/ n_2^2) \qquad (1\text{-}14)$$

او د هايدروجن د اتوم ($Z = 1$) لپاره وروستی معادله په لاندی شکل ليکل کيږي :

$$\omega = R_H \ (1 / n_1^2 - 1 / n_2^2) \qquad (1-15)$$

R_H د رد برګ د ثابت په نوم یادیږي ($R_H = 109681\ cm^{-1}$) . که د یو عنصر (لکه هایدروجن) اتومونه انرژي جذب کړي دلته ددغه عنصر مختلف اتومونه کیدای شي په مختلفو اندازو تحریک شي . یعني په مختلفو اتومونو کې الکترونونه له (n = 1) کوانتي انرژیکي سویې څخه مختلفو لوړو کوانتي انرژیکي سویو (n = 2 , n = 3 , n= 5..) ته لوړ شي او څرنګه چې په لوړو انرژیکي سویو (لوړو الکتروني مدارونو) کې الکترون د زیات وخت لپاره نشي پاتې کیدای او بیرته ټیټو انرژیکي سویو ته را غورځي. داچې د هستې چاپیره ټول الکتروني مدارونه (ټولې انرژیکي سویې) کوانتي دي ، نو له مختلفو لوړو انرژیکي سویو څخه مختلفو ټیټو انرژیکي سویو ته د الکترونو د راغورځیدو پر مهال مختلفې کوانتي انرژۍ (د رڼا مختلفې وړانګې چې د λ او γ قیمتونه یې توپیر لري)له دغه تحریک شویو اتومونو څخه ازادیږي . که دغه رڼا له منشور څخه تیره اود عکاسی پر فلم ولویږي ، نو له منشور څخه د تیریدو پر مهال دغه رڼا په جلا جلا وړانګوچې د γ(λ) قیمتونه یې یو له بله توپیر لري تجزیه کیږي اود عکاسي پر فلم جلا جلا خطونه جوړوي . نو ځکه اتومي سپکترونه خط خط ښکاري . د عناصرو د دوره یې جدول د هر عنصر څخه ځانګړی ډول خط خط اتومي سپکتر لاس ته راځي چې ددوره یې جدول د نورو عناصرو د اتو مي سپکتروڅخه توپیر لري . د عناصرو له دې خاصیت څخه په کیمیاوي موادو کې د مختلفو عناصرو د اتومونو د پیژندلو لپاره کار اخلي په (2 -1) شکل کې د هاید روجن ، هیلیم ، سودیم ، پتاسیم ، کلسیم او ستراسیم اتومي سپکترونه یو له بل سره پر تله کړئ .



شکل (1-2)

د H , He , Na , K , Ca , Sr

اتومي سپکترونه

همدارنګه که یو عنصر په بخار تبدیل او دغه بخار په دسچارج تیوب کي یا د څراغ پر شغله یا د برقي جرقي په اثر روښانه (رڼا خپرونکی)شي ، په دی وخت کي دغه بخار داسي رڼا خپروي چي د نورو عناصرو د بخار د رڼا څخه توپیر لري . مثلا د بنسن د څراغ په شغله

کې د سوډیم مالګې ژېړه طلایي رڼا ، د ستر انسیم او پتاسیم مالګې سره او بنفشه رڼا خپروي . اود رڼا ځانګړی رنګ یه اړوندو موادو کې د سوډیم ، ستر انسیم ، او پتاسیم د اتومونو موجودیت ښیي . په امتحاني موادو کې د هر عنصر د مقدار د پیژندلو لپاره د سپکرو فوتومتری څخه کار اخلي چې وروسته به راشي .
که یو غاز مثلا هایدروجن په دسچارج تیوب کې یا په بله وسیله روښان (رڼا خپرونکی) کړای شي د هغه ټول اتومونه په یوه اندازه انرژي نه جذبوي ، نو ځکه د هغه په مختلفو اتومونو کې الکترونونه مختلفو لوړو انرژیکي سویو ته لوړیږي (ټوپ وهي) که چیرې الکترونونه له مختلفو لوړو انرژیکي سویو څخه عین ټیټې انرژیکي سویې (له مختلفو لوړو کوانټي الکتروني مدارونو څخه عین ټیټ کوانټي الکتروني مدار) ته را وغورځي دلته چې کومه رڼا ازادیږي یوه سپکتري سلسله جوړوي اود ازادی شوی رڼا د وړانګو د څپو اوږدوالي په تاکلی واټن (په یوه معینه محدوده) کې واقع او په خپلو منځو کې یو له بله توپیر لري . په دې ترتیب هره سپکتري سلسله د λ د قیمتونو په تاکلی واټن کې تشکیلیږي اود نورو سپکتري سلسلو سره توپیر لري . مثلا د هایدروجن د اتومونو د بالمیر د سلسلې سپکتر د لید وړ رڼا په محدوده کې ، د لایمن د سلسلې سپکتر د ماورای بنفش او د پاشین د سلسلې سپکتر د ماورای سرخ رڼا په محدوده کې جوړیږي . د هایدروجن د اتومونو د سپکتري سلسلو د موجي اعدادو ($\omega = 1/\lambda$) افادې لاندی ورکړل شوې دي .

$$\omega = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 2, 3, 4, 5, 6, 7$$ دلایمن سلسله

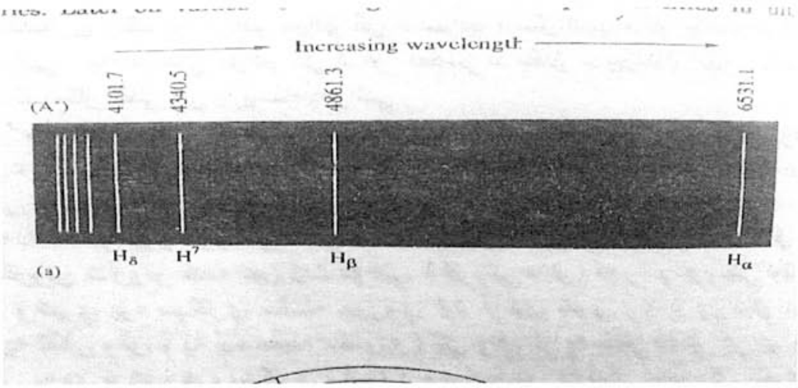
$$\omega = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 3, 4, 5, 6, 7$$ د بالمیر سلسله

$$\omega = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 4, 5, 6, 7$$ پاشین سلسله

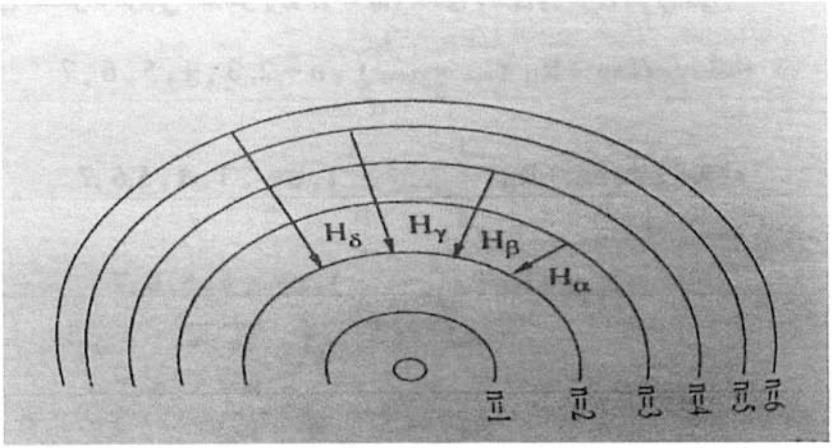
$$\omega = R_H \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 5, 6, 7$$ د بری کټ سلسله

$$\omega = RH \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n = 6, 7$$ فونډ سلسله

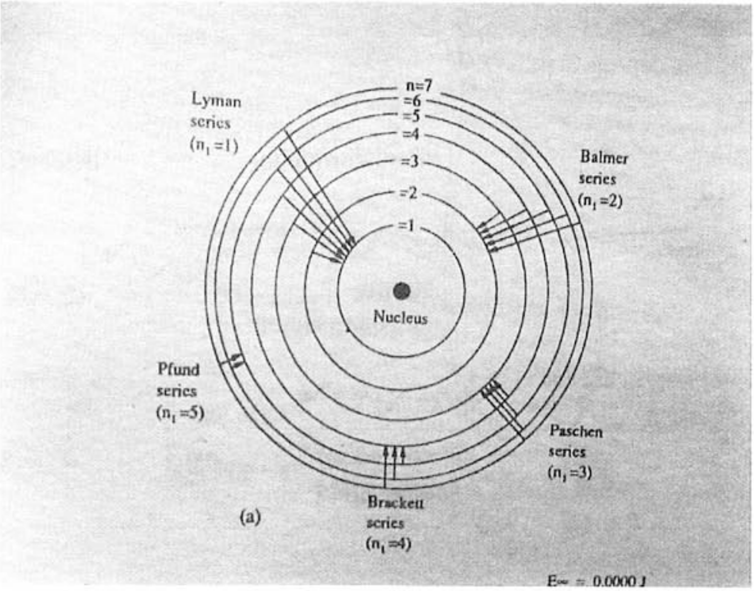
په (۳-۱) شکل کې د هایدروجن په تحریک شویو اتومو کې له مختلفو لوړو انرژیکي سویو څخه ($n = 2$) انرژیکي سویې ته د الکترون د راغورځیدو په پایله کې د بالمیر سپکتري سلسلې جوړیدل ښودل شوي دي او په (۱-۴) شکل کې د سپکتري سلسلود جوړیدو عمومي بڼه ښودل شوی ده .



(1-3 a) شکل
3a-د لید وړ رڼا په محدوده کې د هایدروجن خطخط اتومي سپکتر



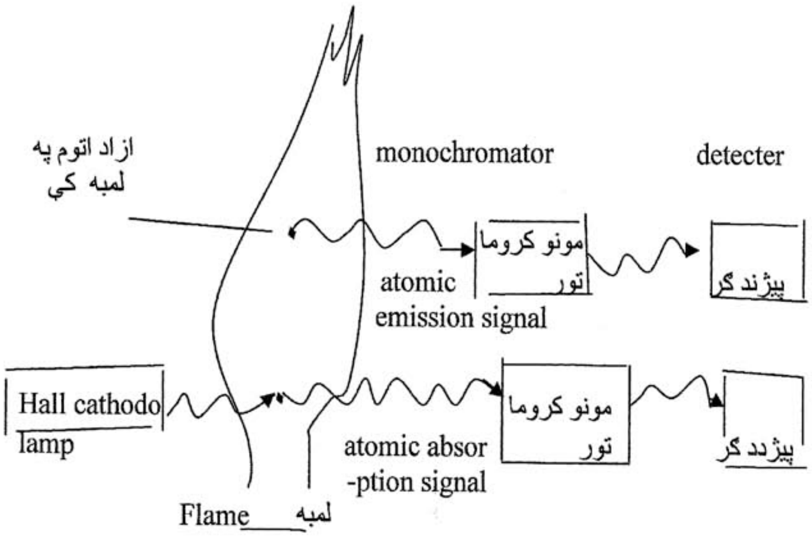
(1 – 3b)
b- د هایدروجن په اتومي سپکتر کې د بالمیر سپکتري سلسلې جوړېدل



شکل (1- 4)
د کیمیاوي عناصرو په اتومي سپکترونو کې د مختلفو سپکتري سلسلو جوړيدل

1-11- اتومي سپکترو سکوپي (atomic spectvoscopy) :

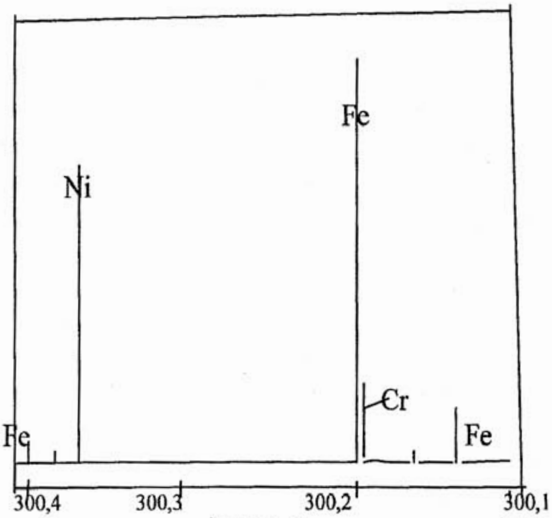
د اتومي سپکتروسکوپی په واسطه په کیمیاوي موادو کې د مختلفو کیمیاوي عناصرو د اتو مونو موجودیت او مقدار يې هم پیژندل کیږي . کیمیاوي مواد لمړی د اور پر لمبه یا په ځانګړي ډول تنور کې اویا هم په پلازما کې (پلازما د غاز په حالت ډیره ګرمه ماده ده چې ذرات يې د ایونو او ازادو الکترونو په حالت کې وي) د غاز په حالت اړوي . دغه د غاز په حالت ازاد اتومونه د اولترا فیولت او یا د لید وړ رڼا وړانګې جذبوي یا يې ازاده وي چې د هغې له مخې په نمونه کې د موجودو عناصرو د اتومونو نوعیت اونسبي مقدار (µg/g) پیژ ندل کیږي . په اتومي سپکتروسکوپي کې د امتحاني نمونی په ډیر لږ مقدار(1 g) کې د موجودو عناصرو بیخي لږ مقدار (µg) په دقت اندازه کیدای شي . په اتومي سپکتروسکوپي کې امتحاني مواد د تودوخې په لوړو درجو (2000 – 8 000K) کې لمړی تبخیر او بیا په ازادو اتومونو اړوي . د اور په لمبه کې د امتحاني مادې ازاد اتومونه (۰) په لاندې شکل کې ښودل شوي دي



(1 – 5) شکل
د اتومي(جذبي او خروجي) سپکتروسکوپی ساده شيما : د امتحاني مادي از اد اتومونه (۰)د اورپر لمبه منخته راخي .

اتومي خروجي سپکتروسکوپي (atomic emission spectroscopy):

از اد اتومونه داور پر لمبه منځته راځي . که د اوردلمبي حرارتي انرژي زياته(کافي) وي نو د لمبي په دغه ډير گرم قسمت کي از اد اتومونه تحريک (منور) کيږي . له دغه تحريک شويو اتومونو څخه راوتلي وړانگي د مونوکروماتورنه تيريږي اوپه پيژندگر(ديتکتور) کي د راجستر کيدو څخه يي سگنال توليد اود گراف پر کاغذ د پيک په بڼه را څرگنديږي . د گراف پر کاغذ د λ پر محور د سگنال موقيعت د مونوکروماتيک وړانگي د اړوند عنصر نو عيت اود پيک لوړ والی (دپيک لاندي ساحي مساحت) په نمونه کي ددغه عنصر نسبي مقدار ښيي . په (6- 1) شکل کي د يو خاص ډول پولاد(چي د هولو کتود لامپ په جوړولو کارول کيږي) د اتومي خروجي سپکتر يوه برخه ښودل شوې ده .



شکل (1-6)

دهولو کتود لامپ پولاد اتومي خروجي سپکتر یوه برخه

مثال : په اتومي خروجي سپکتروسکوپی کي د ستندرد د اضافه کولو متود په واسطه (په امتحاني نمونه کي دتاکلي مادي د غلظت د معلومولو لپاره د همدغي مادي معلوم مقدارونه اضافه کوي چي له دي کبله د سستم سګنال لوړیږي اود سګنال د لوړیدو له مخي په امتحاني نمونه کي ددغي مادي لمړنی غلظت معلوموي ، په دي شرط چي د سګنال لوړیدل ددغي مادي د غلظت سره خطي ارتباط ولري . دا عملیه د ستندردداضافه کولو د متود په نوم یادیږي) په یوه نمونه کي د لیتیم غلظت (دستندرد د اضافه کولو د مخه د لیتیم غلظت)معلوم کړئ . ددي کار لپاره لیتیمي ستندرد چي دلیتیم غلظت پکي (1,62µgLi / ml) دی وکاروئ .د دي سستم د د خروجي سګنال لوړوالی د لیتیم د غلظت سره مستقیم تناسب لري .

حل : پر ۱۰ملي لیتره امتحاني محلول د لیتیمي ستندر محلول لاندي مقدارونه اضافه شوي او د لاس ته راغلیو محلولونو د خروجي سګنال شدت اندازه شوی او نتیجه یي په لاندي جدول کي ورکړل شوی ده .

(۱- ۱) جدول :

د محلول لمبر	امتحاني محلول حجم ml	ستندرد محلول حجم ml	ټول محلول حجم ml	دخروجي سګنال شدت اختياري واحد
1	10,00	0,00	100	309
2	10,00	5,00	100	452
3	10,00	10,00	100	600
4	10,00	15,00	100	765
5	10,00	20,00	100	906

دستندرد($[S]_i$) د اضافه کولو په پا يله کي د نوي لاس ته راغلي محلول د اجزاو ($[X]_i$, $[X]_f$, $[S]_f$) اود امتحاني محلول او نوي لاس ته راغلي محلول د سګنالونو د شدت تر منځ لاندې اړيکه موجوده ده :

$$\frac{[X]_i}{[X]_f + [S]_f} = \frac{J_x}{J_{s+x}} \qquad (1\text{-}16)$$

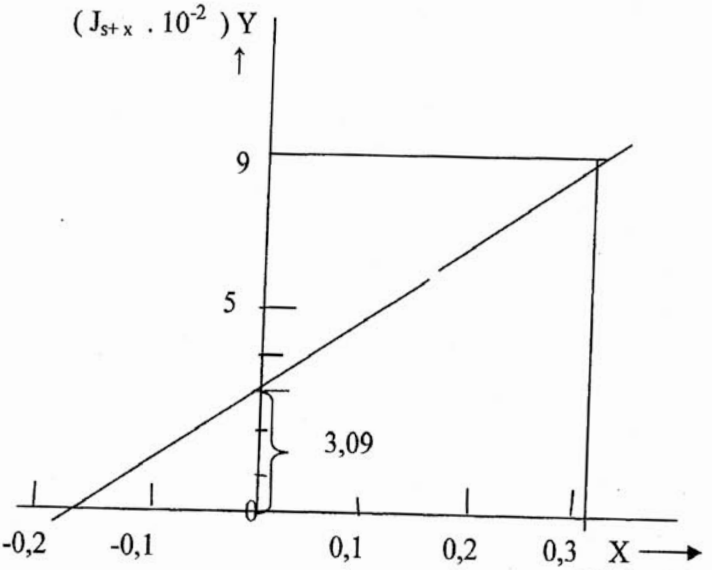
په وروستی افاده کي $[X]_f$ په نهايي (ټول) محلول او$[X]_i$ په لمړني (امتحاني) محلول کي د ليتيم غلظت ، J_x دلمړني محلول او J_{s+x} د نهايي(ټول) محلول د سګنالونو شدت ښيي .

$[X]_f = [X]_i (V_0 / V)$ ...(1-17) د امتحاني مادې نهايي غلظت

$[S]_f = [S]_i (V_S / V)$....(1-18) د ستندرد نهايي غلظت

په وروستيو افادو کي V_0- د امتحاني محلول لمړی حجم ، V_Sد $[S]_i$ غلظت لرونکي ستندرد محلول حجم او ($V= V_S + V_0$) د ټول محلول حجم ښيي . اوس د هر محلول لپاره د $[S]_f$ قيمت محاسبه او لاندې جدول لاس ته راوړو :

نمبر	$[S]_f = [S]_i \cdot (Vs / V)$	دخروجي سګنال شدت
1	0,00	309
2	1,62 (5 / 100) = 0,081	452
3	1,62 (10 /100) = 0,162	600
4	1,62 (15 / 100) = 0,243	765
5	1,62 (20 /100) = 0,324	906



(1- 7) شکل

ليدل کيږي چې د سګنال شدت (لوړوالی) د ستندرد (Li) د غلظت $[S]_f$ سره مستقيم تناسب (خطي اړيکه)لري .

$$Y = aX + b$$

که دغي مستقيم خط ته د X د محور په لور ادامه ورکړو هغه د Xمحور د 0,164 -)
($\mu g.ml^{-1}$ په نقطه کي قطع کوي . همدا نقطه په امتحاني نمونه کي د Li لمړنی مقدار ښيي .
داچې د امتحا ني محلول د رقيق کولو فاکتور (۱۰) دی ، پس په امتحاني نمونه کي د ليتيم
اولني غلظت $1,64\mu g.ml^{-1}$ دی

اتومي جذبي سپکتروسکوپي (atomic absorption spectroscopy):

په عادي (ماليکولي) جذبي سپکتروسکوپي کي د امتحاني مادي محلول په يو کيوت کي د رڼا په لار کي ايښودل کيږي(1-17 شکل) . ولي د اتومي جذبي سپکترو سکوپی په تجربو کي د امتحاني مادي ازاد اتومونه د اور په لمبه کي قرار لري (5 – 1) . په پورتنی شيما کي د يو ځانګړي ډول پولاد دجذبي سپکترو سکوپی جريان ښودل شوی دی . په دی تجربه کي استعمال شوی کتود لامپ هم له پولادو څخه جوړ دی . کله چې د کتود لامپ کتود د Ne^{+} يا Ar^{+} ايونو په واسطه بمبارد کيږي ، نو د کتود څخه تحريک شوي د Feاتومونه تبخيريږي او له دې اتومونو څخه داسي رڼا چې فريکونسي يې په لمبه کي د Fe (امتحاني مادې) د اتومونو د جذب کړې انرژۍ سره يو شی ده ازاديږي . که د هولوکتود لامپ څخه د اور لمبې ته د راغلي رڼا شدت (P_0) وي ، نو ددې رڼا يوه برخه په لمبه کي د Fe (امتحاني مادې) د ازادو اتومونو په واسطه جذب او باقي پاتې رڼا د لمبې نه د وتلو وروسته مونو کروماتور ته داخليږي او له هغه ځايه له پيژندګر(ديتکتور) ته ځي او شدت(P) يې اندازه کيږي . له دې وروسته د امتحاني مادې د اتومونو په واسطه له هولو کتود څخه د راغلي رڼا د جذب نسبي قيمت A ($A = \log P_0 / P$) حسابوي .P_0 -دلته له هولو کتود لامپ څخه ديتکتور ته د را رسيدلي رڼا شدت دی په هغه حالت کي چې د رڼا په لار (داور په لمبه) کي د امتحاني مادې اتومونه نه وي . په دې ډول په امتحاني نمونه کي له هولو کتود لامپ څخه دراغي رڼا د جذب نسبي قيمت (A) عملا لاس ته راوړل کيږي . او له دې وروسته په امتحاني نمونه کي د داخلي * ستندرد د اضافه کولو په پايله کي په نوې لاسته راغلي سستم کي د رڼا دجذب نسببي قيمت هم اندازه کوي او ددې تجربي معلوماتو له مخې په امتحاني نمونه کي د ټاکلي عنصر غلظت معلوموي .

....

*داخلي ستندرد : د امتحاني مادې پرته ديوې بلې مادې (دويمي مادې) ټاکلي مقدار په امتحاني نمونه کي اچوي . بيا د امتحاني مادې سګنال د دويمي مادی (داخلي ستندرد) د سګنال سره پر تله کوي اود هغې له مخې په امتحاني نمونه کي د امتحاني مادې غلظت حسابوي .

مثال : د اتومي جذبي سپکتروسکوپی له لارې په يوه امتحاني نمونه کې د Fe دمقدار د معلومولو لپاره د Mn څخه د داخلي ستندرد په توګه کار اخستل شوی دی . د Mn او Fe د لاندې ګډولې ($2,50\mu g.ml^{-1}$ Fe + $200\mu g.ml^{-1}$Mn) په جذبي سپکتر کې د اوسپنې او منګان د سګنالونو نسبت Fe signal / Mn signal= 1,05/1,00 لاسته راغلي دی . د Fe لرونکي امتحاني محلول 5,00ml او د منګان(13,5µg Mn / ml) د محلول (1,00ml) د يو ځای کولو څخه 6,00ml نوی محلول لاس ته راغلی دی . ددې نوي محلول د اتومي جذبي سپکتروسکوپی په پايله کې د منګان د λ په ساحه کې درڼا د جذب نسبي قيمت A= 0,128 اود اوسپنې د λ په ساحه کې د جذب نسبي قيمت A = 0,185 حساب شوی دی . په دې امتحاني نمونه کې د اوسپنې مولاري غلظت معلوم کړئ .

حل : په نوي محلول کې د منګان غلظت مساوي کيږي :

حل شوې ماده µg	د محلول حجم ml
13,50	1
[S]	6,00

$$[S] = 1ml \cdot 13,50\mu g / 6,00ml = 2,25\mu g$$

د بله پلوه په محلول کې د هرې مادې په واسطه د رڼا د جذب نسبي قيمت (A) يعنې د جذبي سګنال لوړوالی د هغې مادی د غلظت سره مستقيم تناسب لري . پس ليکو :

$$Ax / As = F ([X]/[S]) \qquad (1\text{-}19)$$

په پورتنی افاده کې Axد امتحاني مادې (Fe) د جذب نسبي قيمت او As د داخلي ستندرد يعنې د(Mn) د جذب نسبي قيمت دی. [X] د امتحاني مادی او [S] د ستندرد مادې غلظتونه (µg/ml) ښيي . دپورتنی افادې له مخې ليکو چې :

ستندرد مخلوط : $Ax / [X] = F (As / [S]) =$

$$1,05 / 2,50\ \mu g/ml = F (1 / 2,00\ \mu g/ml)$$

$$F = 0,840$$

امتحاني مخلوط : $Ax / [X] = F (As / [S])$

$$0,185 \ / \ [\ Fe] = 0,840\ (0,128 / 2,25\ \mu g / ml)$$

$$[\ Fe\ ] \ = \ 3,87\ \mu g / ml$$

پس په امتحاني نمونه کي د اوسپني مقار (لمړنی مقدار) مساوي کيږي :

د حل شوي مادی مقدار (µg/ ml)	محلول ml
3,87µg / ml	6 - اخري حجم
X	5 -لمړنی حجم

$$X= (6\ ml\ .\ 3,87\mu g /ml\ ) / 5ml = 4,65\ \mu g / ml =$$
$$=8,33\ .\ 10^{-5}\ M$$

يادونه :

پاس وليدل شول چي د بور اتومي مودل د کوانتي الکتروني مدارونو (مستقر دايروي الکتروني مدارونو) په مفهوم کي د اتوم ثبات او همدارنګه خطخط اتومي سپکترونه او د ځينو ايونو (H^+,Li^+,Be^{+3}) د ايونايزيشن انرژي ډير ښه تشريح کوي ، خود لاندی مسلو په تشريح کي پاتي راځي .

۱-که د هايد روجن اتومي سپکترونه په مقناطيسي ساحه کي واخستل شي ، نود هغه د اتومو په سپکتر کي نور نوي خطونه (د زيمان ايفکت) را پيداکيږي چي د بور د نظريي په چوکات کي يي دليل نه پيداکيږي .

۲-دسپکتروسکوپي وسايلو د عصري کيدو وروسته ډير دقيق اتومي سپکترونه په لاس راوړل شول . په دې سپکترونو کي د اتومي سپکتر په هر خط کي ځونري خطونه ځای لري . له دې څخه داسي معلوميږي چي د اتوم په هر الکتروني مدار کي ځوفرعي مدارونه بايد موجود وي چي دا مساله هم د بور د نظريي په چوکات کي نشي تشريح کيدای . د بور نه وروسته سانس پو هان د الکترون دوه ګونی (موجي او ذره يي) خاصيت په پام کي نيسي اود اتوم د کوانتوم ميخانيک موډل را منځته کوي . ددې نوي اتومي موډل په اساس الکترون د هستي چاپيره ټوله فضا کي موجودېدای شي اود هستي چاپيره هغه فضا چي د الکترون د موجوديت د احتمال کثافت پکي زيات دي د الکتروني اربټال په نوم ياديږي . او اتومي الکتروني اربټالونه د الکتروني وريځي په بڼه په پام کي نيول کيږي . د اتو م کوانتوم ميخانيکي موډل د عمومي کيميا په کتاب[ماموند ، ۵۰-۵۵] کي ولولئ

د ماليکول جوړښت او ماليکولي سپکتروسکوپي:

: (Stracture of molecule and molecular spectroscopy)

دساده یا مرکب موادو کوچنی ذره چې داړونده موادو خواص ولری ددغه موادو د مالیکول په نوم یادیږي . مالیکولونه له دوه اویا له زیاتو اتومونو څخه جوړ وي . په مالیکول کې اتومونه د کیمیاوي اړیکو په واسطه یو بل سره ټینګ تړاو لري . د غازونو مالیکولونه یو له بله جلا جلا موجود وي . همدارنګه د کیمیاوي تنبل (نجیب)غازونو اتومونه دمالیکولونو په شان جلا جلا موجود وي . په کوولانسي مرکب کې اتومونه د کوولانسي یا کواردنیت کوولانسي کیمیاوي اړیکو په واسطه یود بل سره تړاو لري . هغه کوولانسي مواد چې ماکرو مالیکولي کرستلونه جوړوي ټول کرستل یې مالیکول حسابیږي او جلا جلا مالیکولونه نلري . همدارنګه ایوني مواد جلا جلا مالیکولونه نلري ددغسي موادو یوه ډبره د مثبت او منفي ایونو څخه جوړه وي چې مثبت او منفي ایونونه په متناوب ډول یو د بل په ګاونډ کې قرار لري اوډبره د برقي چارج له لحاظه خنثی وي .

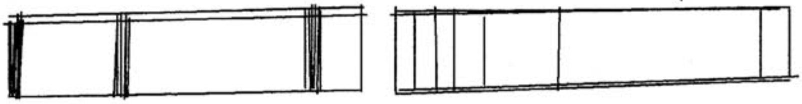
مالیکولي سپکتروسکوپي (molecular spectvoscopy) :

د مالیکولي سپکتروسکوپي څخه د کیمیاوي موادو د نوعیت او مقدار او هم د کیمیاوي موادو د مالیکولونو د جوړښت د پیژندنې لپاره کار اخلي . پاس مو ولوستل چې که د کیمیاوي موادو یو له بله جلا کړاې شویو اتومونو ته تودوخه ورکړل شي (جلا کړای شوي اتومونه انرژي جذب کړي) ددغه موادو په اتومونو کې الکترونونه د ټیټو کوانټي انرژیکي سویو څخه لوړو کوانټي انرژیکي سویو ته ټوپ وهي (اتومونه تحریک کیږي . داچې اتومونه په تحریک شوي حالت کې زیات وخت نشي پاتې کیدای ، نو دغه تحریک شوي اتومونه جذب کړې انرژي بیرته د رڼا په بڼه ازادوي . د بور د نظریې په اساس څرنګه چې د اتوم د هستې چا پیره دالکترونو انرژیکي سویې (الکتروني مدارونه) کوانټي یعني یوله بله په ټاکلې اندازه جلا دي ، نود بیلا بیلو لوړو انرژیکي سویو (بیلا بیلو لوړو الکتروني مدارونو) څخه ټیټو انرژیکي سویو ته د الکترون د راغور ځیدو په پایله کې مختلفي کوانټي انرژي یاني د رڼا مختلفي وړانګې چې د λ او γ قیمتونه یې یو بله توپیر لري ازادیږي . اود عکاسۍ پر فلم دهرې وړانګې د اغیز له کبله یو خط را منځته کیږي . اود مختلفو وړانګو د اغیز له کبله د عکاسۍ د فلم پر مخ مخطط سپکر جوړیږی . خو مالیکولونه له دوه یازیاتو اتومونو څخه جوړدي. د مالیکول عمومي انرژي (E) یو له بل څخه یو څه مستقله څوډوله انرژیو د مجموعې څخه عبارت ده یعنې لړو چې :

$$E = E_T + E_R + E_V + E_{V+} Ee \qquad (1\text{-}20)$$

دلته E_T د مالیکول انتقالي انرژي ، E_R په خپل محور د مالیکول د چورلیدو انرژي (د دوراني حرکت انرژي) ، E_V په مالیکول کې د اتومونو د اهتزازي حرکتونو انرژي او Ee په مالیکول کې د الکترونو د حرکت انرژي . ښیي . د نوموړیو انرژیو له ډلې څخه

يوازي E_T يعني د ماليكول د انتقالي حركت انرژي كوانتي نه ده او اثر يې پر ماليكولي سپكتر نه راځي. مګر د (۱- ۲۰) معادلې نور حدونه كوانتي انرژي ګاڼي دي . كله چې ماليكولي مواد انرژي جذب كړي (ماليكولونه تحريک شي)، دلته نو ټيټ ماليكولي اربټال څخه لوړ ماليكولي اربټال ته د الكترون د ټوپ وهلو سر بيره ماليكول د خپل ثقل د مركز په دور دوراني حركت كوي او پرته له دې د ماليكول په جوړښت كې د شاملو اتومونو اهتزازي حركت هم تحريک كيږي يعې په ماليكول كې داتومونو(د هستو) تر منځ فاصلې په متناوب ډول كمې او زياتيږي . د ماليكول دوراني او اهتزازي حركتونه دواړه كوانتي دي يعنې ماليكول د ټيټې انرژيكي سويې څخه لوړې انرژيكي سويې ته د اوښتلو پر مهال كوانتي انرژي جذبوي اود لوړې انرژيكى سويې څخه ټيټې انرژيكي سويې ته د اوښتلو پر وخت ماليكول كوانتي انرژي ازادوي . د كوانتي انرژۍ د جذب يا ازاديدو اثر پر ماليكولي سپكتر د پټې پټې نوارونو په بڼه راڅرګنديږي . يعني د پورتنيو درې واړو (دوراني ، اهتزازي او الكتروني) حركتونو په پايله كې د جذب يا ازادې شوې كوانتي انرژيو له ډلې څخه كومې چې انرژۍ (فريكونسى) يې يوله بله ډير تو پير نلري د هغوی اړوند سپكتري خطونه څنګ په څنګ يو بل ته ډير نژدی ځای نيسي او يو نوار جوړوي . ،نو ځكه اتومي سپكترونه د جلا جلا خطونو او ما ليكولي سپكترونه د پټې پټې نوارونو په بڼه ښكاري (۱ – ۸ شكل) .



ب الف

(8-1 شكل)

الف – اتومي سپكتر ب – ماليكولي سپكتر

نوموړي سپكترونه د الكترومقناطيسي څپو په لاندې واټنونو كې جوړيږي :

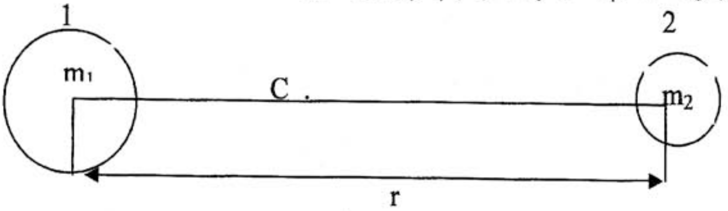
(۱ – ۲) جدول : د الكترومقناطيسي څپو اوږد والي λ (cm)

راديو څپې	10^2-10^{-2} مكرو څپې	3.10^{-2} – $7,8\ .10^{-5}$ ماوراى سرخ وړانګې	$7,8\ .10^{-5}$- $3,8\ .10^{-5}$ د ليدوړ رڼا وړانګې	$3,8.10^{-5}$ - 10^{-6} ماوراى بنفش وړانګې	10^{-6}-10^{-10} X وړانګې	ګاما
	دوراني سپكتر	اهتزازي سپكتر	الكتروني سپكتر			

د ماورای سرخ څپو په محدوده کې ($\lambda = 10^{-3} - 10^{-4}$ cm) منطقه د عادي سرو څپو منطقه او ($\lambda = 10^{-2} - 10^{-3}$) منطقه د سرو څپو آخوا لری (ماورای سرخ دور) منطقې په نوم یادیږي . مخکې یاده شوه چې د عکاسی پر فلم هر سپکتري خط له یوې کوانتي انرژیکي سويي څخه بلې کوانتي انرژیکي سويي ته د سستم د اوښتلو په پایله کې د جذب یا آزادي شوې انرژۍ اثر ښیي . نو داچې ددوراني حرکت د تحریک (د دوراني حرکت له یوې کوانتي انرژیکي سويي څخه بلې کوانتي انرژیکي سويي ته د اوښتلو)لپاره لږه (0,4 kj /mol) انرژي په کار ده ، نو د دوراني حرکت سپکتر د ماورای سرخ دور په منطقه کې جوړیږي . او داچې د اهتزازي حرکت د تحریک لپاره نسبتا زیاته(42 kj /mol) انرژي ضرور ده ، نو د اهتزازي حرکت سپکتر په ماورای سرخ منطقه کې تشکیلیږي . مګر داچې په مالیکول کې د الکترونود تحریک لپاره په سلهاو کیلو ژوله فې مول انرژي ضرور ده ، مالیکولي الکتروني سپکترونه د لید وړ رڼا په محدوده اود ماورای بنفش وړانګو په محدوده کې جوړیږي (۲-۱ جدول). لکه چې مخکې وویل شول د فوتو ګرافی په متود کې سپکترونه د عکاسی پر فلم اخستل کیږي او د فوتو الکتریک په متود کې سپکترونه په الکترومیخانیکي اتومات دستګاه کې د ګراف په بڼه اخستل کیوي چې سپکتري نوارونه .پر ګراف د اعظمي او اصغري (پیکونو) په بڼه راڅرګندیږي .

دوراني حرکت او دوراني سپکترونه (rotation and rotational spectra :

د غاز دوه اتومه مالیکول د خپل ثقل د مرکز چاپیره دوراني حرکت کولای شي . که دوه اتومه مالیکول د لاندې شکل په بڼه په پام کې ونیول شي



(9- 1) شکل
دوه اتومه مالیکول

دلته m_1 او m_2 د 1 او 2 اتومونو کتلې r - د 1 او 2 اتومونو د کتلو د ثقل مرکزونو تر منځ فاصله (د 1 او 2 اتومونو تر منځ د کیمیاوي اړیکي اوږدوالي) او C د مالیکول د ثقل مرکز ښیي . د پورتني مالیکول د عطالت مومنت مساوي کیږي :

$$B = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} r^2 = \mu \cdot r^2 \qquad (1-20)$$

μ-د نسبي کتلي په نوم یادیږي . له بلې خوا د هر جسم د دوراني حرکت انرژي مساوي کیږي .

$$E_R = \tfrac{1}{2} B v^2 \qquad \dots (1-21)$$

په وروستی افاده کې B دعطالت مومنت او v دچورلیدونکي جسم زاویه وي سرعت ښيي . دبله پلوه د مالیکول د دوراني حرکت انرژي کوانتي ده او په لاندې ډول افاده کیږي :

$$E_R = \frac{h^2}{8\pi B} \; j(j+1) \qquad (1-22)$$

j-په وروستی افاده کې ددوراني حرکت د کوانتي عدد د په نوم یادیږي . j– د تام عد دونو قیمتونه اخستلای شي یعني لیکوچي :

$$J = 0, 1, 2, 3$$

د دوراني حرکت د تحریک (له ټیټې کوانتي انرژیکي سويې څخه د هغې دپاسه لوړې انرژیکي سويې ته د اوښتلو) پر مهال د جذب شويو الکترومقناطیسي څپو فریکونسي مساوي کیږي :

$$\gamma = \frac{h^2}{4\pi^2 B} (j+1) \qquad (1-23)$$

اود دوراني حرکت د دوه ګاونډیو کوانتي انرژیکي سويو د فریکونسی توپیر مساوي کیږي :

$$\Delta\gamma = \frac{h^2}{4\pi^2 B} (j+1-j)$$

$$\Delta\omega = \frac{h^2}{4\pi^2 CB} \qquad (1-24)$$

د دوراني حرکت د سپکتر له مخې د Δ ω یا Δγ قیمت عملا لاس ته راوړي او بیا د وروستی (۱ - ۲۴) معادلې څخه د B قیمت حسابوي او له دې وروسته د (۱ – ۲۰) معادلې په مرسته د ۱ او ۲ اتومونو تر منځ فاصله (د ۱او ۲ اتومونو تر منځ د کیمیاوي اړیکی اوږد والی) حسابوي

په ماليکول کې د هستو اهتزازي حرکتونه او اهتزازي سپکترونه . vibration
: and vibrationalspectra

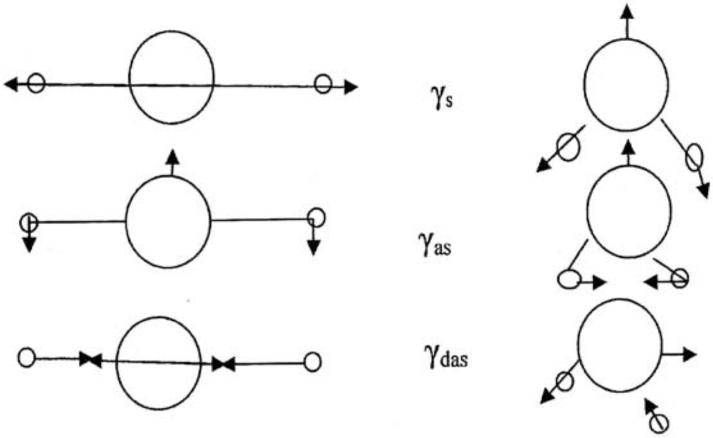
د ماليکول په داخل کې اتومونه (هستې) دايم اهتزازي حرکت کوي . يعنې د ماليکول په داخل کې د اتومونو (هستو) تر منځ فاصلې په متناوب ډول زياتې او کوچنی کيږي او هم د اتومونو ترمنځ زاويې په متناوب ډول تغير کوي (1-10 شکل).د اهتزازي حرکت عمومي انرژي Ev مساوي کيږي :

$$Ev = (V + 1/ 2) hC \omega e \qquad (1\text{-}25)$$

په وروستی (۱ – ۲۵) افاده کې ($C\ \omega e = \gamma_v$) په ماليکول کې د اتومونو د اهتزازونو فريکونسی او V – په ماليکول کې د اتومونو د اهتزازي حرکت کوانتي عد د دی چې د اتومونو د اهتزازي حرکت کوانتي انرژيکي سويې ښيي . دا کوانتي عدد ($V = 0 , 1 , 2$) قيمتونه اخستلای شي . په عادي (اساسي) حالت کې ($V = 0$) وي او ددی حالت انرژي ($Ev = ½\ hC\omega e$)د صفری انرژی په نوم يادېږي . دا انرژي ماليکول په (0K) کې هم لري .

انفرارد سپکتروسکوپي(IR spectroscopy) :

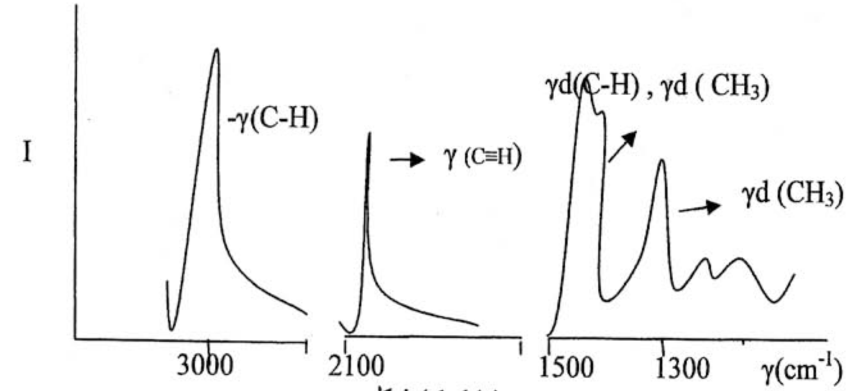
د IR سپکتر د فريکونسی په ($\omega = 3500 - 600\ cm^{-1}$) واټن کې تشکيلېږي (۱ –۳جدول) . دا سپکترونه د ($j - \omega$) يا د ($j - \gamma$), ($J - \gamma^{-}$) او يا د ($j - \lambda$) په کوارديناتو کې د ګراف په شکل اخستل کيږي . د غازونو د IR په سپکتر کې د γ_R او γ_v سګنالونه(پيکونه) دواړه ليدل کيږي. ولې د جامداتو د IR په سپکتر کې د دوراني حرکت سګنال (γ_R) نه ليدل کيږي . دا ځکه چې په جامداتو کې د ماليکولونو تر منځ د متقابل جذب قواوي دو مره شديدې دي چې ماليکول د خپل ثقل د مرکز په دور ازادانه نشي څرخيدای . دمغلق ماليکول لرونکو غازونو د IR په سپکتر کې د دوراني او اهتزازي حرکتونو اړوند سګنالونه (پيکونه) يو ځای د پراخه نوار (پيک) په بڼه را څرګنديږي . دا هم د يادولو وړده چې د IRپه سپکتر کې د ماليکول په داخل کې د اتومونو د هغه اهتزازونو نوارونه (پيکونه) کوم چې د ماليکول د دايپول مومنت د تغير سبب ګرځي ثبتيږي . اود سګنال شدت د ($d\mu / dr$) په کميت پورې اړه لري . دلته $d\mu$ – په ماليکول کې د اتومونو د اهتزاز په نتيجه کېد ماليکول د دايپول مومنت تغير او dr – د اتومونو د اهتزاز په نتيجه کې ددغه اتومونو تر منځ د کيمياوي اړيکي د اوږدوالي تغير ښيي . په ساده ماليکولونو , H_2 , N_2 (O_2) کې $d\mu / dr = 0$ دی نو ځکه دداسې موادو د IR پر سپکتر د جذبي نوار شدت صفر وي . اود IRپر سپکتر نه ښکاري . په (۱ –۱۰) شکل کې ددرې اتومه ماليکول (AB_2) په داخل کې د اتومونو ځنې اهتزازی حرکتونه ښودل شوي دي



دری اتومه غير خطي ماليکول　　　　دری اتومه خطي ماليکول

شکل . (1 – 10)

γ_s- د کيمياوي اړيکي د محور په اوږدو(امتداد) د اتومونو د متناظر اهتزازي حرکت فريکونسي ، γ_{as}- د کيمياوي اړيکي د محور په اوږدو (امتداد) د اتومونو د غير متناظر اهتزازي حرکت فريکونسي ، γd ولانسي زاويو د متناوب تغير (د ماليکول د شکل د متناوب تغير) فريکونسي ښيي . γ_s او γ_{as} د ولانسي اهتزازونو په نوم هم يادېږي .غيرمتناظرولانسي اهتزازونه (γ_{as}) اود ماليکول د شکل د تغير اهتزازونه (γ_d) چې ډېر ژر د ماليکول د ډايپول مومنټ د تغير سبب ګرځي د IR پر سپکتر واضح ثبتيږي اوداچې په يو ماليکول کې د کيمياوي اړيکي د اوږدولو (کښ کولو) لپاره زياته انرژي ضرور ده اوپه ماليکول کي ولانسي زاويي ته د تغير ورکولو (د ماليکول شکل ته د تغير ورکولو) لپاره نسبتاً لږه انرژي په کار ده ، نو ځکه د ولانسي اهتزازونو د فريکونسی قيمت د ماليکول د شکل دتغير د فريکونسی د قيمت په پر تله زيات وي . لاندی (11- 1 شکل) د اکتين – 1 - ($CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2\ CH_2-C\equiv CH$) د IR په سپکتر کي په مختلفو ساختماني ګروپونو کې د ولانسي اهتزازونو (γ_s) اود شکل د تغير د اهتزازونو (γ_d) اړوند سګنالونه ښودل شوي دي .



شکل (1-11)

د اکتین - 1 د IR سپکتر

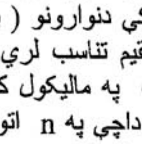
په (11 – 1) شکل کي ليدل کيږي چې د ولانسي اهتزازونو (- لکه د$H-C$ په کيمياوي اړيکه کي د کاربن او هايد روجن د اتومونو اهتزازونو ، د $\equiv C-H$ په يوه کيمياوي اړيکه کي د کاربن او هايدروجن د اتومونو اهتزازونو اود $C\equiv C$ په يوه اړيکه کي د کاربن د دوه اتومونواهتزازونو) فريکونسي په($3000-2100cm^{-1}$) ساحه کي قرار لري . مګر د شکل دتغير فريکونسي لکه په لاندی

$$H-C-H\ ,\quad -C\equiv C-H\ ,\quad H-C\begin{matrix}/H\\ \\ \backslash H\end{matrix}$$

جوړښتي ګروپونو کي د ولانسي زاويو د تغير د اهتزازونو فريکونسی ، د فريکونسی په $1500-600\ cm^{-1}$, واتن کي ځای لري اودولانسي اهتزازونو څخه يواځي د ($C-C$) په ساده اړيکي کي د کاربن د دوه اتومونو د اهتزازونو فريکونسی په $1200-800\ cm^{-}$ واتن کي ځای لري . په (1-11 شکل) کي وينئ چې د ولانسي اهتزازونو فريکونسي د اتومونو په نوعيت (د اتومونو په کتله) اود اتومونو تر منځ د کيمياوي اړيکي په نوعيت پورې اړه لري . يعني γ_v د اهتزاز کونکو اتومونو د کتلو سره معکوس تناسب لري . د بيلګي

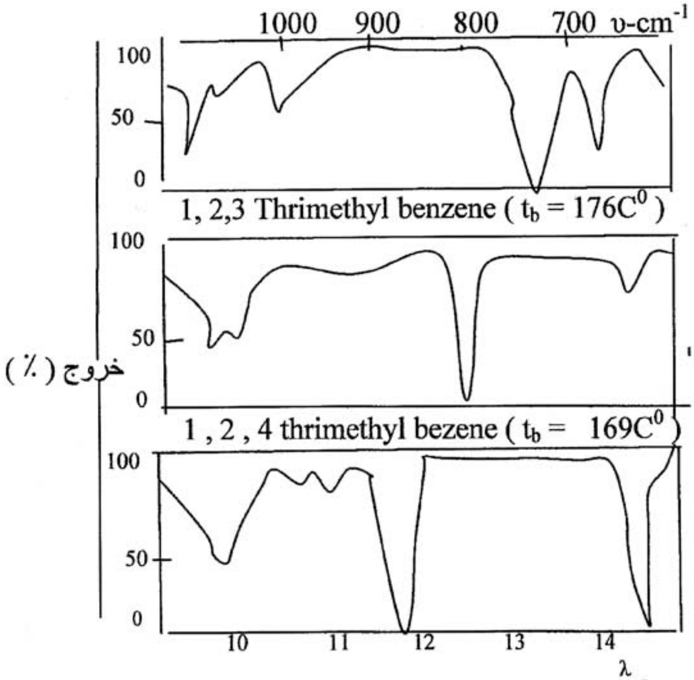
په توګه د هایدروجن داتوم د اهتزاز فریکونسي په C –H اړیکه کي د C -C په اړیکه کي د د کاربن د اتوم د اهتزاز د فریکونسی څخه زیاته ده . د بله پلوه د دري غبرګي کیمیاوي اړیکي کښکول (راښکدل) له دوه غبرګي اړیکي د کښ کولو څخه اود دوه غبرګي اړیکی کښ کول د یوه ستوي اړیکي څخه زیات زور غواړي ، نو څکه د دري غبرګي کیمیاوي اړیکي د اهتزاز فریکونسي له دوه غبرګي کیمیاوي اړیکي څخه اود دوه غبرګي کیمیاوي اړیکي فریکونسي د یوه ستوي کیمیاوي اړیکي څخه زیاته وي . د یادولو وړده چي د یو مرکب د IRپه سپکتر کي دنوارونو (پیکونو) شمیر په هغه مرکب کي د نارمل اهتزازونو د شمیر سره مستقیم تناسب لري . اوپه یو مرکب کي د اتومونو د نارمل اهتزازونو شمیرد دغه مرکب په مالیکول کي د اتومونو د اهتزازي حرکتونو د ازادی ددرجي سره مساوي کیږي . داچي په n اتومه مالیکول کي هر اتوم په فضا کي ددري جهتونو په لور حرکت کولای شي پس هغه مالیکول چي د n ,اتومونو څخه جوړدی د ازادی درجه یي 3n کیږي چي په هغي کي د مالیکول خپل د انتقالي حرکت دري درجي اود دوراني حرکت د آزادی دري درجي هم شاملي دي . بس په nاتومه مالیکول کي د اتومونو د اهتزازي حرکتونو د آزادی درجي (3n – 6) کیږي . مګر په خطي مالیکول کي مالیکول د خپل دوراني حرکت د محور (هغه مستقیم خط چي په مالیکول کي داتومونو هستي نښلوي) چاپیره یواځي دوه لورو ته دور (حرکت) کولای شي . ، نو د خطي مالیکول د آزادی درجي (3n -5) کیږي . د بیلګي په توګه د اوبو او کاربندای اکساید مالیکولونه په پام کي نیسو

O = C = O



د اوبو د مالیکول د ازادی د درجو شمیر (3 = 6 – 3 . 3) کیږي . پس د اوبو په مالیکول کي دري دوله اساسي اهتزازونه لیدل کیږی چي دوه یي د O – H په دوه کیمیاوي اړیکو کي ولانسي اهتزازونه او یو دول یي د شکل د تغیر یاني د H O H زاویي دتغیر اهتزاز دی . پس کوم کیمیاوي مواد چي د مالیکولو جوړښت یي د اوبو د مالیکول په شان دی د IR پر سپکتر یي دري جذبي نوارونه (دري پیکونه) را څرګندیږي . چي د یوه نوار (کوم چي په γ_s اهتزاز پوري اړه لري) شدت یي ډیر ضعیف دی . د کاربندای اکساید د مالیکول د ازادی د درجو شمیر (4 = 5 - 3 . 3)کیږي . چي له دي جملي څخه دوه یي ولانسي اهتزازونه دی. نود کاربندای اکساید د IR پر سپکتر څلور جذبي نوارونه

(څلور پیکونه)جوړیږي . ځیني کیمیاوي مواد چې مغلق مالیکولونه اوپه یو مالیکول کې څوورته گروپونه لري ددغسي موادو د IR پر سپکتر د پیکونو شمیر ممکن د (3n - 6) څخه لږ او ددغه شبیه گروپونو د نوار شدت زیات وي ، چې ددغسي نوار شدت د شبیه گروپونو شمیر ښیي . د ځینو موادو د IR پر سپکتر د نوارونو شمیر د ځانگړي ډول ایزو میرۍ له کبله کیدای شي له (3n -6) څخه زیات وي . هغه مختلف کیمیاوي مواد چې مالیکولونه یې عین جوړښتي گروپ لري ددغسي موادو د IR پر سپکتر پر یوه ټاکلي فریکونسي یو نوار (پیک) رامنځته کیږي . دغه په مختلفو مالیکولو کې د عین اتومي گروپونو د اهتزاز اړوند ټاکلي فریکونسي د مشخصه یې یاکرکتري فریکونسۍ په نوم یادیږي . دبیلگې په توگه په ټولو کیتونو کې د (C= O) گروپ اړوند مشخصه یې فریکونسي (γ = 1710cm^{-1}) ، د اوبو د براس اود الکولو د IR پر سپکتر د (O-H) مشخصه یې گروپ اړوند پیک پر (γ= 3683cm^{-1}) مشخصه یې فریکونسي اود مشبوع هایدرو کاربنو د IR پر سپکتر د (C-H) دگروپ اړوند سگنال (پیک) پر (γ= 3000cm^{-1}) مشخصه یې فریکونسي رامنځته کیږي . د IR پر سپکتر یونوار (پیک) دې یا هغه ډول اهتزازونو ته منسوبول د نوار د پارامترونو (د فریکونسۍ قیمت ، دنوارشدت، سور یا پلنوالي اوشکل) له مخې تر سره کیږي . د کیمیاوي مادې دIR پرسپکتر د خطونو (نوارونو) له مخې د اړونده مادې په ما لیکول کې د اهتزازونو ډولونه او کرکتري فریکونسۍ معلوموي او ددې تجربي معلوماتو په مرسته د امتحاني مادې په مالیکول کې د کیمیاوي اړیکو ډولونه او کرکتري ساختماني گروپونه او په پایله کې د امتحاني مادې د مالیکول جوړښت ټاکي . همدا رنگه د معلومې کیمیاوي مادې د IR پر سپکتر د مشخصه یې فریکونسیو سره د امتحاني مادې د IR پر سپکتر د مشخصه یې فریکونسیو د پرتله کولو له لارې د امتحاني موادو پیژندل (توصیفي او مقداري تحلیل) تر سره کیږي . په (1-3) جدول کې د یوشمیر مشخصه یې گروپونو اړوند مشخصه یې فریکونسۍ ورکړل شوې دي . د IR سپکتروسکوپۍ په مرسته د ځینو کیمیاوي موادو مختلف ایزومیرونه یو له بله تمیز کیدای شي . د بیلگې په توگه د ترای میتایل بنزول . $C_6H_3(CH_3)_3$ د درې ایزومیرونو یوله بله تمیز د جوش د نقطو له مخې او هم په نورو کیمیاوي لارو عملا ناممکن کار دی . ولې ددغه درې واړو ایزومیرونو د IR دسپکترونو توپیر له لیرې اوچت ښکاري . (12 – 1شکل)



1 ,3 ,5 thrimethyl benzene (t_b =169 C^0)

(1- 12) شکل

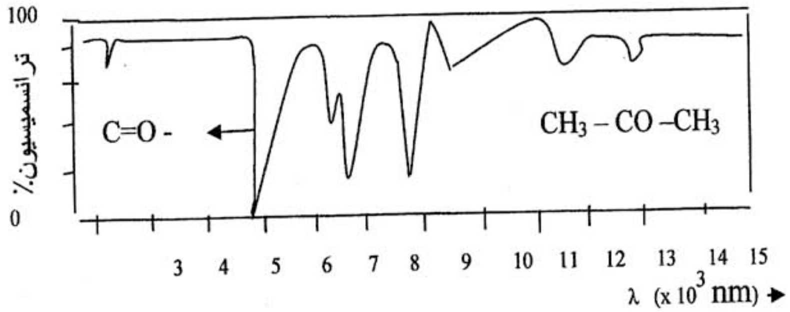
دترای میتایل بنزول $C_6H_3(CH_3)_3$ د ایزومیرونو د IR سپکتر

(۳-۱) جدول : دیو شمیر مشخصه یي (کرکتري)جوړښتي ګروپونو مشخصه یي (کرکتري) فریکونسی [1، ۳۹] :

مشخصه يي فريكونسي $\tilde{\upsilon} = \omega$ (cm^{-1})	اړوند مرکب ↓	اهتزاز ↓	مشخصه يي جوړښتي ګروپ
3525 – 3200	الکول ، فینول	O - H	OH
~3500 – 3400	لمړي امینونه	N – H	NH

		دويم امينونه	3500 – 3300
		امايدونه	3350 -3175
CH	C – H	Alkyn	3525 -3250
		Alkeen	3100 -3000
		Aromaat	3100 -3000
		Alkaan	3000- 2800
		Aldehyd (O=C)-H	2850-2820
SH	S – H	thiol	2600 – 2550
CN	C ≡N	nitril	2260 -2240
	C ≡ C	Alkyn	2260 -2100
		ايستر	1745
CO	C = O	الديهايد	1730
		كيتون	1715
CC	C = C	Alkeen	1670 -1600
NH	N – H	amide	1655- 1610
		Primary amine	1650 – 1560
		N – amide	1575 – 1510
		Secondary aromatic amide	1515 – 1500
NO	N = O	nitro compound	1560-1375
NO	N = O	نترو مركبونه	1560-1375
CO	C-O	الكهول ، الديهاد تيزاب	1200-1000

په (۱- ۱۳) شکل کي د اسيتون د IR سپکتر ښودل شوي دی . چې په هغې کي د کيتون د ګروپ (C = O) اړوند پيک پر (λ= 5900 nm) ليدل کيږي .

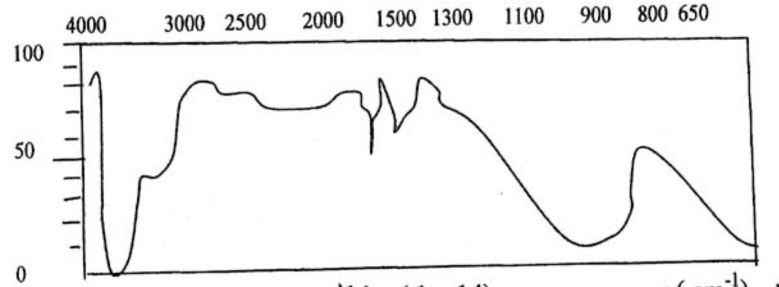


(1-13) شکل
د اسيتون د IR سپکتر

پوښتنه : په اوبو کي د فورم الديهايد (۴۰ ٪)محلول د فور مالين په نوم ياديږي . دغه محلول د مکروب ضد موادو په توګه اوهم داناتومي نمونو دساتلو لپاره کارول کيږي . په دغه محلول کی شامل کيمياوي مواد په لاندی تعادلي حالت کي موجود وي :

$$H_2C = O + H_2O \leftrightarrow H_2C(OH)_2$$

د فورمالين د IRسپکتر په لاندې (۱- ۱۴) شکل کي ښودل شوی دی .



(1 – 14) شکل
د فورمالين د IR سپکتر

د (۳-۱) جدول له مخې په دغه سپکتر کې يواځې يو پيک د CH_2- $(OH)_2$ موجوديت ښيي او نور پيکونه په دې هکله څه معلومات نشي ورکولای . $3500cm^{-1}$ فريکونسی ته نژدې پيک په نوموړی مخلوط کې د O – H اړيکه ښيي . ولې د CH_2 ($OH)_2$ د موجوديت حکم نشي کولای .

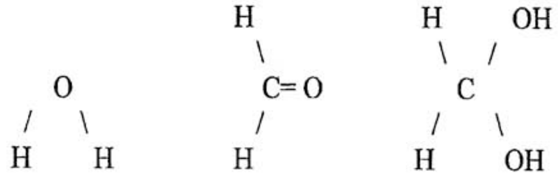
الف – ووایاست چې $3500cm^{-1}$ ته نژدی پيک ولې د CH_2 ($OH)_2$ موجوديت نشي ثابتولای . په داسې حال کې چې په دې مرکب کې د O-H دوه اړيکې شته .

ب-ووایاست چې کوم پيک د CH_2 $(OH)_2$ موجوديت ښودلای شي .

ځواب :

الف – په فورمالين کې د H_2O , $H_2C=O$, CH_2 $(OH)_2$ ماليکولونه وجود لري . دلته د H_2O او هم د CH_2 $(OH)_2$ په ماليکولې د O – H اړيکې وجود لري

ب-د فورمالين د اجزاو د ماليکولو جوړښتې فورمولونه په لاندې دول دي



H_2O , $H_2C=O$, $H_2C(OH)_2$

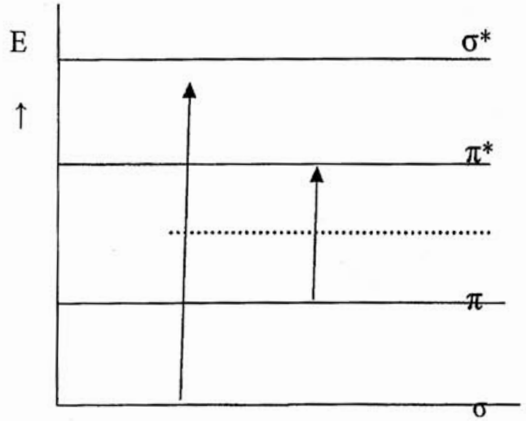
(3) , (2) , (1)

له پورتنيو ماليکولي جوړښتونو څخه ښکاري چې د C – O اړيکه يواځې په (1) مرکب کې شته مګر د H_2O او $H_2C=O$ په ماليکول کې نشته . د (۱- ۳) جدول له مخې د C – O اړيکه هغه وړانګې چې فريکونسي يې د ($1210cm^{-1}$) په شاوخوا کې وي جذبولای شي . پس په پورتني سپکتر کې د ($1000cm^{-1}$) فريکونسی ته نژدې پيک د C- O اړيکه يعني د $H_2C(OH)_2$ د ماليکول موجوديت ښيي . بايد وويل شي چې د ماليکول په داخل کې د اتومونو هغه نارمل اهتزازونه چې د ماليکول د دايپول مومنټ د تغير سبب نه ګرځي اثر يې د IR پر سپکتر نه ښکاري . دادول مواد د((رامان)) سپکتروسکوپی په واسطه څېړل کيږي .

الکتروني سپکترونه (electronic spectra) :

د ماليکول الکترونونه کيدای شی په دوه ګروپونو (په اتومي اربتالونو کې الکترونو اوپه ماليکولي اربتالونو کې الکترونو) وويشو . په عادي حالت کېږد ماليکولي اربتالونو

الکترونونه په ارتباطي ماليکولي اربټالونو کي وي او کله چي ماليکولونه انرژي جذب کړي (ماليکولونه تحريک شي) ، نو دغه الکترونونه له ارتباطي ماليکولي اربټالو څخه د



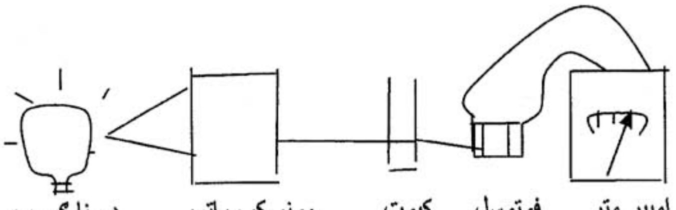
(1-15) شکل
په ماليکول کي له ارتباطي ماليکولي اربټا ل څخه د
ارتباط ضد ماليکولي اربټال ته د الکترون ټوپ وهل

ارتباط ضد ماليکولي اربټالوته پورته ټوپ وهي اوپه پايله کي جذبي سپکتر رامنځته کيږي (1-15شکل) .داچي د (σ→σ*) ټوپ لپاره ډيره انرژي په کار ده ، نو د سگما ارتباطي (σ) او سگما ضدارتباطي (σ*) ماليکولي اربټالونو تر منځ د الکترون د ټوپ وهلو په پايله کي رامنځته شوي سپکتر د الکترومقناطيسي څپو د لري بنفش (ماوراى بنفش دور) په ساحه کي تشکيليږي . دادول سپکتر د مشبوع هايدرو کاربنو نو خانګړتيا ده . اوداچي د π ارتباطي ماليکولي اربټال څخه دارتباط ضد* π ماليکولي اربټال ته د ټوپ وهلو (π→π*) لپاره نسبتا لږه انرژي ضرور ده (-15- 1 شکل) ، نو د π او *π ماليکولي اربټلو تر منځ د الکترون د ټوپ وهلو پر وخت د جذب يا آزادي شوي انرژى سپکتر د الکترومقناطيسي څپو دليدوړوړانګو (عادي رڼا) په ساحه اود ماوراى بنفش نزديک څپو په ساحه کي جوړيږي . د ماليکولونوالکتروني سپکترونه د دغو ذرو(ماليکولونو) د دوراني او اهتزازي سپکترونو په پرتله مغلق او پر دغه سپکترونو نوارونه پراخه وي . پر الکتروني سپکترونو دنوارونو د پراخوالي دليل دادى چي د ټيټ ماليکولي اربټال څخه بل لوړ ماليکولي اربټال ته د الکترون د ټوپ وهلو لپاره لازمه کوانتي انرژي ددغه ماليکول د دوراني حرکت اوهم د اهتزازي حرکت د تحريک (د دوراني حرکت د ټيټي کوانتي انرژيکي سويي څخه لوړي کوانتي انرژيکي سويي ته اوهم د اهتزازي حرکت د ټيټي کوانتي انرژيکى سويي څخه لوړي کوانتي انرژيکى سويي ته د ټوپ وهلو) لپاره د لازمي کوانتى انرژى په پرتله زياته ده ،

نو ځکه له ټيټ ماليکولي اربټال څخه لوړ ماليکولي اربټال ته د الکترون د ټوپ وهلو پر مهال د ماليکول دوراني اوهم اهتزازي حرکتونه تحريک کيږي (له ټيټو کوانټي انرژيکي سويو څخه لوړو کوانټي انرژيکي سويو ته ځي) . او په دې جريان کې ددې درې واړو جذب شويو کوانټي انرژيو اثر په يو سګنال (يو پيک) کې را ځرګنديږي ، نو ځکه د ماليکول پر الکتروني سپکتر پيکونه (نوارونه) پراخه وي . په (۱ –۲) جدول کې وينئ چې الکتروني سپکترونه د ليد وړړنا په محدوده کې تشکيليږي ، نو ځکه د رنګه موادو د ماليکولي جوړښت د څيړني اوهم په محلولونو کې د رنګه موادو د غلظت د پيژندني لپاره د الکتروني سپکترونو لکه جذبي سپکتروفوتومتري څخه کار اخلي .

جذبي سپکترومتري (absorption spectrometry) :

ځيني مواد (مايعات او محلولونه) ځانګړی رنګ لري . مثلا د مسو د مالګو محلولونه اکثرا آبي رنګ لري چې ددغه رنګ له مخې د مسو مالګي پيژندل کيدای شي . کله چې رڼا رنګه موادو ته داخليږي ، نو رنګه مواد د رڼا د اوه رنګه وړانګو له جملې څخه يواځې يو ډول وړانګې چې دتولو د څپو اوږدوالي(λ) يې يو شي او ټاکلي قيمت لري جذبولای شي . د موادو ددې خاصيت پر بنسټ د کيمياوي موادو د پيژندني يو متود چې جذبي سپکترو متری يې بولي منځته راغلي دی . هغه وسيله چې دجذبي سپکترومتری تجربې پکې سرته رسيږي د سپکترو فوتومتر په نامه ياديږي . په لاندې شکل کې د جذپي سپکترومتری ساده شيما ښودل شوې ده .



(16-1) شکل
جذ بی سپکترو فوتو متر

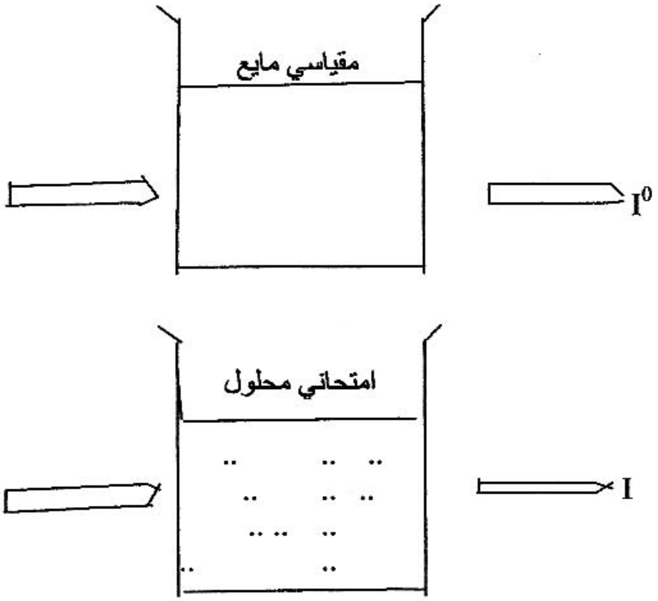
د رڼا وړانګې مونو کروماتور ته راځي . د مونو کروماتور څخه د رڼا د اوه ډوله وړانګو له دلې څخه فقط يو ډول وړانګې چې د تولو د څپو اوږد والی (λ) يو شی دی وتلای شي . د مونو کروماتور څخه راوتلي وړانګې يو ښيښه يي نل (کيوت) ته راځي . په دې نل کې مقياسي مايع او امتحاني محلول اچول کيږي . کله چې يو رنګه وړانګې له (کيوت) څخه

تیریږي ، نو ددې وړانګو یوه برخه په کیوت کې مایع په واسطه جذبیږي چې په نتیجه کې له کیوت څخه د وتلیو وړانګو شدت کمیږي .په مقیاسي مایع او امتحاني محلول کې د رڼا د جذب د اندازه کولو په تجربو کې باید لاندې ټکي په پام کې ونیول شي : ۱- د کیوتونو لوی والی (قطر) باید یوشی وي اوښه به داوي چې عین مقدار مایع پکې واچول شي . ۲- د رڼا اندازه باید په ټولو تجربو کې یو شی وي . د کیوت څخه د وتلیو وړانګو شدت په درې طریقو اندازه کوي :

1- د کیوت څخه د راوتلیو وړانګو په لار کې فوتوسل ایښودل کیږي . د رڼا تر آغیز لاندې په فوتو سل کې د برق جریان منځته راځي اود امپیر متر په واسطه یې شدت اندازه کیږي ، چې دبرق د جریان د شدت له مخې فوتو سل ته د راغلیو وړانګو شدت معلوموي . په دې تجربو کې دوه کیوتونه چې فطر یې یو شی وي په کاریږي . په لمړي کیوت کې مقیاسي مایع (لکه مقطرې اوبه اونور) او په بل کیوت کې امتحاني محلول اچول کیږي . د مقیاسي مایع څخه د راتیرې شویو وړانګو شدت په (I^0) اود امتحاني محلول څخه د راتیرې شویو وړانګو شدت په (I) ښودل کیږي .

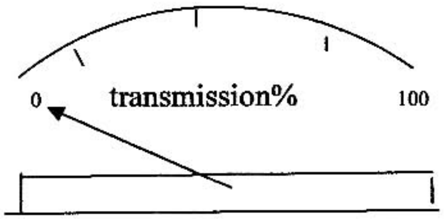
2- د کیوت څخه د راتیرشویو وړانګو شدت دیوې بلې آلې په واسطه هم اندازه کوي . دلته د جذب شویو وړانګو اندازه د ترانسمیسیون په فیصدۍ سره ښیي . ددې آلې لوحه د صفر څخه تر ۱۰۰پورې درجې لري . کله چې د مقیاسي مایع څخه د تیرشویو وړانګو شدت (I^0) معلوموي ، نو د الې ستن پر 100 برابروي . بیا د محلول څخه د تیرشویو وړانګو دشدت د اندازه کولو پر وخت دغه ستن له ۱۰۰ څخه ښکته راځي . او کوم عدد چې ښیي د ترانسمیسیون د فیصدۍ په نوم یادیږي .

3-کولوری متر(colorimeter)یوه بله اله ده چې د تراسمیسیون فیصدي او اپتیکي کثافت $\log(I^0 / I) = E$ دواړه یوځای ښیي . په دې اله کې د مقیاسي مایع څخه د تیرشویو وړانګو د شدت (I^0) د اندازه کولو پر وخت د الې ستن د ترانسمیسیون پر $I^0 = 100$او د ($E = 0$) پر درجه دروي . که د مقیاسي مایع او امتحاني محلول د کیوتونو قطرونه یوشی وي ، نو بیا د عین محلول لپاره د (I^0 / I) کمیت یو معین قیمت لري . اوداچې د محلول د غلظت د زیاتیدو سره د رڼا جذب زیات اود (I) قیمت کمیږي چې ددې سره متناسب د $\log (I^0 / I) = E$ قیمت زیاتیږي ، نو ځکه د ځینو موادو د محلولونو غلظت د جذبي سپکترومترې په واسطه معلومیدای شي .



(1 – 17) شکل

د مقياسي مايع او امتحاني محلول څخه د رڼا تيريدل .
I^0- د مقياسي مايع نه د وتلي رڼا (تقريبا درڼا لمړنی) شدت
I- د امتحاني محلول نه د وتلي رڼا شدت .



(1- 18) شکل

د ترانسميسيون داندازه کولو اله .

باید زیاته کړو چې د جذبي سپکتروسکوپي په تجربو کي لمړی باید معلومه شي چې امتحاني سستم د رڼا کومي وړانګي (λ) اعظمي جذبوي اوبیا ددغه سستم تولي تجربې په همدغه (λ) سرته رسیږي . د رنګه موادو د محلولونو د څیړني لپاره د لید وړرڼا $\lambda = 400 - 700$ (nm) په کاریږي . هلته چي ماورای بنفش وړانګي ($180 - 400$ nm) استعمالیږي دغه سپکتروفوتومتري د (UV- spectro photometry) په نوم اوکوم وخت چې د . ($\lambda = 700 - 10000$nm)وړانګي استعمالیږي دغه سپکتر فوتومتري د- IR- spectrophotometryپه نامه یادیږي . دادول سپکتروفوتومتري معمولا د موادو دمالیکولونو دجوړښت د پیژندلو لپاره په کاریږي . مثلا د عضوي موادو په کاربني ځنځیر پوري تړلی (مرتبط) مشخصه یي ګروپونه مشخصي λ لرونکي وړانګي جذبوي چې د هغي له کبله د IR پر سپکتر پر همدغه λ یو پیک منځته راځي او په دې تر تیب د امتحاني عضوي موادو جوړښت پیژندل کیږي . په (13-1) شکل کي د اسیتون د IR سپکتر ښودل شوی دی چې په هغي کي د کیتون د ګروپ (C = O) پیک پر $\lambda = 5900$nm را څرګندیږي.

که په سپکترومتری کي داسي کیوتونه وکارول شي چې قطریي زیات وي (په سستم کي د رڼا لار اوږده وي)دلته I^0 او I دواړه کمیږي ، مګر داچې د رنګه موادو محلول د مقیاسي مایع په پرتله ډیره رڼا جذبوي ، نو I د I^0 په پر تله ډیر کمیږي او په پایله کي د E قیمت زیاتیږي . همدا رنګه که د کیوتونو قطر ثابت او یوشي وي ، مګر په محلول کي د رنګه موادو غلظت زیات شي د لته یوازی د I قیمت کمیږي چې بیا هم د E قیمت زیاتیږي .
مثال : که د KSCN محلول په یو بل محلول کي چې د Fe^{+3} ایونونه لري واچول شي ، نو د FeSCN ایونونه چې محلول یي سور رنګ لري جوړیږي

$$Fe^{+3}.aq + SCN^{-} \leftrightarrow Fe\,SCN^{+2}.aq$$

دجذبي سپکترومتری په متود دغه سستم مطالعه او هم ووایاست چې :

۱-درڼا کومي وړانګي په دغه سستم کي اعظمي جذبیږي
۲-ایا د سستم رنګ اود جذب شویو وړانګو رنګ یو شان دي او که نه ؟

تجربه :
الف - په یو کیوت کي د KSCN رقیق محلول (مقیاسي مایع) واچوئ . بیا یو ملي لیتر د $FeCl_3$ محلول اویو ملي لیتر د KSCN رقیق محلول سره ګډ کړئ او لاس ته راغلی محلول په مقطرو اوبو دومره رقیق کړئ چې سور رنګ یي پاتي وي دغه محلول په یو بل کیوت کي واچوئ
ب-سپکترو فوتومتر د رڼا په($\lambda = 400$ nm)برابر کړئ بیا د مقیاسي مایع کیوت په سپکتروفوتومتر کي کښیږدئ اود رڼا دشدت د اندازه کولو د الي پر لوحه ستن د $I^0 = 100$ او

E =0 درجه ودروئ . له دې وروسته د $FeCl_3$ او KSCN د ګډولې سور رنګي محلول (امتحاني محلول) په سپکترفوتومتر کې کښېږدئ او E يې اندازه کړئ .
ج-د ب عمليه د رڼا په نورو وړانګو (λ) تکرار کړئ او هر ځل د مقياسي مايع څخه د را وتليو وړانګو د شدت د اندازه کولو لپاره ستن د لوحې پر100 = I^0 او E = 0 ودروئ او بيا وروسته E معلوم کړئ چې په دې ډول هغه وړانګې (λ) چې په سستم کې اعظمي جذبيږي معلوميداى شي . له دې تجربې وروسته پورتني دوه پوښتني داسې ځواب کيږي :
الف-په پورتني سستم کې د رڼا (λ = 490 – 510 nm) وړانګې اعظمي جذبيږي .
ب-دغه رڼا آبي شين رنګ لري او محلول سور رنګ لري مګر بيا هم شين او سور رنګ اندول (complementar) رنګونه دي .

پوښتنه :
که د Fe^{+3} د محلول غلظت زيات شي ، نو د رڼا جذب هم زياتيږي
الف-وواياست چې د I قيمت کم او که زياتيږي
ب-وواياست چې د E قيمت کم اوکه زلتيږي .
ځواب :
که په محلول کې د Fe^{+3} غلظت زيات شي ،نو د I قيمت کم اود E قيمت زياتيږی .
پوښتنه : په جذبي سپکټرومتری کې د مقياسي مايع او امتحاني محلول د رڼا د جذب د اندازه کولو لپاره عين يورنګه وړانګې (λ =const) په کاريږي . که د امتحاني محلول لپاره بل ډول يو رنګه وړانګې وکارول شي ،نو نتيجه به څه وي .
ځواب :
بل ډول يو رنګه وړانګې به په دغه سستم کې لږ او يا ډير جذبيږي . پس د I قيمت تغير کوي او نتيجه به غلطه وي .
پوښتنه :
احمد د جذبي سپکټرمترى د څيړنو په جريان کې کله چې په مختلفو مونو کروماتيکو وړانګو کار کوي ، نو په هرې (λ) د (I^0) قيمت پر 100% برابروي او وروسته (I) اندازه کوي . ملالی په هرې (λ) د (I^0) قيمت پر 100% نه برابروي بلکې د هغې په تجربو کې د (I^0) قيمت د 80% څخه تر 100% پورې تغير کوي .
الف-ووايي‌است چې د هغوئ دواړو جذبی سپکترونه توپير لري که نه ؟
ب-دکوم يوه نتايج به ډير دقيق وي .
ځواب : د جذبي سپکټر کواردينات (λ - E) دي . چې E=log(I^0 / I)دی . که د (I^0) د اندازه کولو لپاره ستن پر 100% برابره شي او بيا د (I) د اندازه کولو پر وخت ستن 90% ته راښکته شي يا که د (I^0) داندازه کولو پروخت ستن پر 90% برابره شي اوبيا د (I) داندازه کولو پر وخت ستن 80% ته راښکته شي په دواړو صورتو کې د (I^0) او (I) فرق يوشی اوهم (I^0 /I) ډير توپير نه کوي . مګر خبره داده چې که هر ځل د (I^0) د

اندازه کولو لپاره ستن پر همغه اعظمي عدد (100%) ودرول شي اوبيا (I) اندازه شي ، نو حسابي غلطي به کمي اود تجربو نتيجي به دقيقي وي .
پوښتنه :
په پورتنی تجربه کي مود $FeCl_3$ محلول د KSCN د محلول په واسطه رنګه کړ اود مقياسي مايع په حيث مود KSCN د رقيق محلول څخه کار واخست . آيا کولای شو چي د KSCN د رقيق محلول پر ځای د مقطرو اوبو څخه د مقياسي مايع په حيث کاروانخلو .
ځواب : د امتحاني محلول پرته بله هره بي رنګه مايع کيدای شي چي د مقياسي مايع پر ځای وکارول شي . دلته بايد وکتل شي چي ايا د مقطرو اوبو اود KSCN دمحلول لپاره د I^0 قيمت يوشی دی اوکه نه ؟
پوښتنه :
الف -که د کيوت قطر زيات شي (په کيوت کي د رڼا لاره اوږده شي)د E قيمت کم اوکه زياتيږي
ب-که د امتحاني مادي غلظت په محلول کي زيات شي د E قيمت کم او که زياتيږي
ځواب : که د کيوټ قطر زيات شي ، نو د رڼا د جذب مقدارزيات اود I^0 او I قيمتونه دواړه کميږي . مګر داچي امتحاني رنګه مواد د مقياسي مايع په پرتله ډيره رڼا جذبوي دلته د I قيمت د I^0 په پرتله زيات کميږي اوپه پايله کي د $\log(I^0 / I) = E$ قيمت زيا تيږي . هرڅومره چي د امتحاني مادي غلظت نور هم زياتيږي I د I^0 په پرتله ډير کميږي او E ډير زياتيږي .

جذبي سپکتروسکوپي اود کيمياوي موادو د مقدار پيژندل :

هره کيمياوي ماده يواځې د رڼا ځانګړې وړانګې (λ) جذبولای شي . چي د کيمياوي موادو ددي خاصيت پر بنسټ د موادو نوعيت او مقدار دواړه پيژندل کيدای شي . د لامبرت بير د قانون له مخې د يو سستم اپتيکي کثافت $E = \log(I^0 / I)$ په هغه سستم کي د رڼا جذبونکي مادي د غلظت سر مستقيم تناسب لري .

$$E = \log(I^0 / I) = \varepsilon \cdot c \cdot d \qquad (1 - 26)$$

ε- په وروستی افاده کي د مولري جذب د ضريب په نامه ياديږي . د ε قيمت د وړانګو په λ اود رڼا جذبونکي مادی په طبيعت پوري اړه لري . د ε واحد($c^{-1} \cdot cm^{-1}$)دی . c-دمحلول مولري غلظت او d دکيوت قطر (په محلول کي د رڼا دلاري اوږدوالي) ښيي . د پورتنی رابطي څخه ښکاري چی که $c = 1\ mol \cdot L^{-1}$ او $d = 1cm$ وي ، نو په دي شرايطو کي $\varepsilon = E$کيږي . همدارنګه د (1-26)معادلي څخه ښکاري چي د c او E تر منځ اړيکه مستقيم خط جوړوي . نو که مونږ د يوي امتحاني مادي مختلف غلظت لرونکی محلولونه جوړ او دهر محلول اپتيکي کثافت عملا معلوم کړو ، نو داسي يو مستقيم خط (معياري

گراف) به لاس ته راشي چې د (E - c) د کواردیناتو د مبداڅخه تیریږي . ددغسي گراف په مرسته د همدغي مادي په نا معلوم غلظت لرونکي محلول کي ددغي مادي غلظت معلوموي .په دي شرط چي تولي تجربي په عین آلي او په عین ورانګو(λ = const) سرته ورسي اود تولو کیوتونو قطرونه یو شي (d = const) وي .

تجربه : دځمکي په اوبو کي د اوسپني مقدار معلومول :

د ځمکي پر مخ اوبو کي د اوسپني د مقدار د معلومولو لپاره لمړی باید معیاري گراف رسم شي .

الف-داسي یو محلول جوړ کړئ چي د اوسپني د ایونو(Fe^{+3}) مقدار پکي ($10mg . L^{-1}$) وي . بیا په نهو امتحاني تیوبونو کي ددي محلول ، اوبو او KSCN د محلول څخه په لاندي ډول 9 محلولونه جوړکړئ . اود هر محلول مولري غلظت [ ] محاسبه کړئ .

د تیو ب لمبر	محلول Fe^{+3}.aq ml	KSCN.aq m l	H_2O ml	[Fe^{+3}]. 10^{-5} mol/L	E
1	1,0	1,0	8,0	1,79	0,12
2	2,0	1,0	7,0	3,58	0,31
3	3,0	1,0	6,0	5,3	0,56
4	4,0	1,0	5,0	7,16	0,7 7
5	5,0	1,0	4,0	8,95	0,87
6	6,0	1,0	3,0	10,70	1,16
7	7,0	1,0	2,0	12,5	1,28
8	8,0	1,0	1,0	14,30	1,59
9	9,0	1,0	--	16,1	1,70

ب-یو کیوټ کي مقطري اوبه واچوئ بیا کیوت په سپکترو فوتو متر کي کښیږدئ . د سپکترو فوتو متر ستن پر I^0 =100% او E = 0 برابره کړئ .

ج-د نهو واړو امتحاني محلولونو څخه په نهو پاکو او وچو کیوتونو کي (د کیوتونو قطرونه باید یو شی وي) امتحاني محلولونه واخلئ او E یي معلوم کړئ . بیا د (E -C) معاري گراف رسم کړئ .

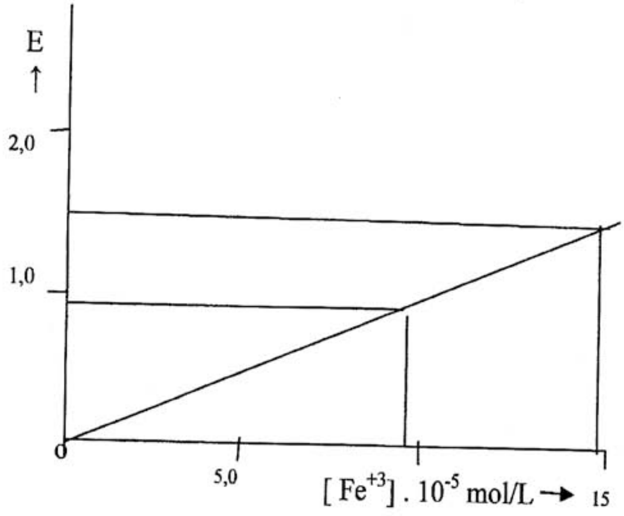
د-بیا د ځمکي د مخ اوبه فلتر کړئ اود هغي څخه یو معین مقدار (مثلا 0,4ml) اوبه واخلئ او په هغي کي یو ml د KSCN محلول او دپاسه یي دومره مقطري اوبه واچوئ تر څو حجم یي 10ml ته ورسي . اوس ددي محلول E اندازه کړئ اود معیاري گراف په مرسته په هغي کي د اوسپني مقدار ($mol . L^{-1}$) معلوم کړئ .

حل : د پورتني جدول په اساس د (E - C) گراف (19-1 شکل) رسموو . فرضا که دځمکي د مخ د اوبو (E=0,96) وي ، نود پورتني گراف له مخي د اوسپني غلظت.

$$[Fe] . 10^{-5} = 9.10^{-5} mol / L$$

لاسته راخي . ولې د اوسپنې دا غلظت دداسې محلول غلظت دی چې په هغې کې د ځمکې د مخ داوبو څخه علاوه د KSCNمحلول او مقطرې اوبه هم دي چې حجم یې 10ml ته رسول شوی دی . یعني د ځمکې دمخ د اوبو نمونه 25 کرته رقیقه شوې ده اود هغې اصلي غلظت مساوي کیږي :

$$9 . 10^{-5} . 25 = 2,25 . 10^{-3} mol / L \approx 2,3.10^{-3} \ mol / L$$



(1-19)

د[Fe^{+3}] او Eمعیاري ګراف

نن ورځ د کیمیاوي موادو د نوعیت او مقدار د پیژندلو لپاره د جذبي سپکترو متری څخه ډیرکار اخلي . دبیلګې په توګه د ترافیک پولیس د یو ډول خانګړې الې په مرسته کولای شي د درایور د خولې څخه په راوتلي هوا کې د الکولو ډیر کم مقدار معلوم کړي . په دې اله کې یو مخصوص لایزر دی چې دهغې څخه داسې وړانګې چې د څپې اوږدوالي یې 1,4µm دی تولیدیږي . الکول دغه وړانګې جذبولای شي . د درایور له خولې څخه په راوتلي هوا کې د الکولو مالیکولونه دغه وړانګې جذبوي او په پایله کې د وړانګو شدت کمیږي اود هغې له مخې په هواکې د الکولو مقدار په اتومات ډول معلومیږي .

پوښتنه :

بروم تایمول بلو یو ضعیف تیزاب دی چې په HB ښودل کیږي . دغه تیزاب په اوبو کې په لاندې ډول الکترولیتي انفکاک کوي :

$$HB + H_2O \leftrightarrow H_3O^+.aq + B^-.aq \qquad (1)$$

$$K_D = \frac{[H3O^+][B^-]}{[HB]}$$

دلته HB. aq او B^- مختلف رنګونه لري ، نو ځکه بروم تایمول بلو د تیزابي – قلوي معرف په توګه کارول کیږي. HB. aq په تیزابي چاپیریال کې زیړ رنګ او B^- په قلوي چاپیریال کې آبي رنګ لري .

الف-د پورتني تعادل له مخې وواياست چې د بروم تایمول بلو آبي رنګ دHB.aq اوکه د B^- له کبله دی .

ب- احمد غواړي چې د بروم تایمول بلود ابي رنګ د شدت اود B^-.aq د غلظت د رابطې مستقیم خط لاس ته راوړي . ددې کار لپاره هغه یوستاندارد محلول چې د B^- غلظت یې $[B^-]=1,00.10^{-5}$mol/L دی جوړوي او بیا ددې محلول حخه یو شمیر نور محلولونه چې د$[B^- aq]$غلظت یکی معلوم وي جوړوي . وواياست هغه محلول چې د $[B^-]$ قیمت یې د ستاندارد محلول نیمایي وي څرنګه جوړ کړي او ددې کار لپاره دسلندر محلول حجم باید څومره وي .

ج- وواياست چې دغه مستقیم خط ولې باید د کواردیناتو د مبدا څخه تیر شي ؟

د- احمد یو بفر محلول (PH= 6,8) جوړوي او پر هغې $1,00 . 10^{-5}$ mol /L د HB محلول علاوه کوي . دلته د HB یو قسمت الکترولیتي انفکاک کوي او لاس ته راغلی محلول شین رنګ لري داځکه چې په دې محلول کې زیړاو آبي رنګونه مساوي دي . احمد د B^- غلظت د محلول د E د اندازه کولو له لارې معلوموي داځکه چې دلته زیړ رنګ د محلول د E د قیمت په تغیر کې رول نلري . وواياست چې ولې زیړ رنګ د لته د E د قیمت پر تغیر تاثیر نلري .

ها- احمد په سپکترو فوتو متري کې د نوموړي محلول اپتیکي کثافت E= 0,20پیدا کړ. د (E - [B^-]) مستقیم خط په مرسته د[B^-] قیمت پیداکړئ .

و- د [B^-] دقیمت د معلومولو وروسته احمد غواړي چې د HB د انفکاک ثابت (K_D) پیدا کړي اوددې کار لپاره هغه باید په دې بفر محلول کې د $[H_3O^+]$ او [HB] قیمتونه هم پیداکړي . دغه محاسبې سرته ورسوئ .

حل :

الف- پوهیږو چې په قلوي محلول کې د OH^- ایونونه ډیر وي . د OH^- ایونونه د H_3O^+ د ایونو سره تعامل کوي او اوبه جوړوي، نو د HB د ایوني انفکاک تعادل په (۱) کیمیاوي

معادله کي بنيي لاس ته درنيږي . چې په پایله کې د HBغلظت کم اود B^- ایونونه په محلول کي زياتيږي اود محلول رنګ آبي ګرځي .
ب- باید د ستاندارد محلول د حجم په اندازه مقطري اوبه پر ستاندارد محلول علاوه شي .
ددې کار لپاره کیدای شي چې په 25 ml سلندر کې 10mlستاندارد محلول او 10ml مقطري اوبه سره ګډ شي.

ج- د C - E مستقیم خط ولې د کواردیناتو له مبدا څخه تیریږي ؟ . داځکه چې

$$E = \log (I^0 / I)$$

دی . کله چې C= 0 شي نو $I^0 = I$ او $\log (I^0 / I) = 0$ کیږي .

د- احمد د محلول د E د اندازه کولو لپاره داسي ورانګې(λ) په کاروي چې په ابي رنګه موادو کي جذبیدای شي . اوپه زیږ رنګه موادو کی نشي جذبیدای ، نو ځکه زیږ رنګ د E پر تغیر اغیز نلري .

ها – که د ($[B^-]$ – E) ګراف رسم کړو نو لیدل کیږي چې د E= 0,20 سره $[B^-] = 0,40 . 10^{-5}$ mol/L سرخوري

و-که د محلول PH=6,8 وي ، نو $[H_3O^+] = 1,6 . 10^{-7}$ mol /L کیږي پس لرو چې :

لمړنی غلظت $HB = 1,00 . 10^{-5}$ mol / L

تجزیه شوی مقدار $HB = [B^-] = 0,40.10^{-5}$ mol /L

دتعادل په حالت کی $[HB] = 1,00 .10^{-5} - [B^-] = 1,00\ 10^{-5} - 0,40 .10^{-5}$
$= 0,6. 10-5$ mol/L

پس په تعادلي حالت کي د ټولو موادو غلظتونه مساوي کیږي :

$[HB.aq] = 0,6 .10^{-5}$ mol /L

$[B^-.aq] = 0,4 . 10^{-5}$ mol /L

$[H_3O^+] = 1,6 . 10^{-7}$ mol / L

$$K_D = \frac{[H_3O^+.][B^-.]}{[HB.aq]} = \frac{1,6.10^{-7} . 0.4 . 10^{-5}}{0,6 . 10^{-5}} = 1,1 . 10^{-7}$$

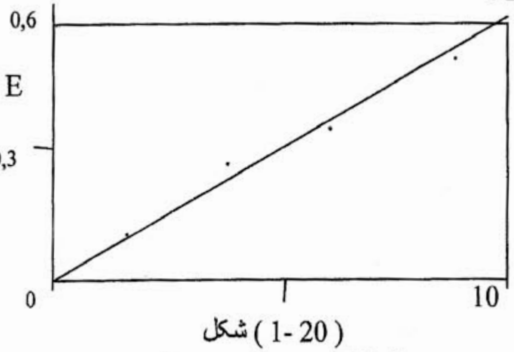
پوښتنه :

دجذبي سپکترومترۍ په واسطه کولای شو چې د خمکي د مخ په اوبو کي د نایتریت د ایونو مقدار معلوم کړو ، داځکه چې د نایتریت ایونونه د سالیسالک اسید سره تعامل کوي او په قلوي چاپیریال کي ددغه موادو د محلول رنګ ژیړ ګرځي .

الف- د ژیړ رنګه محلول د جذبي سپکتروسکوپی تجربه تشریح کړئ

ب - د لامبرت بیر د قانون له مخې هغه تجربه تشریح کړئ چې د ځمکي د مخ په اوبو کي د نایتریت د ایونو مقدار معلومیدای شي .

ج- د ځمکي د مخ په اوبو کي د نایتریت د ایونود مقدارد معلومولو لپاره د $[NO_3^-]$ -E ګراف په (1-20) شکل کي ښودل شوی دی . که د ځمکي د مخ د اوبو $E = 0,18$ اندازه شوی وي ، نو ددغه معیاري ګراف له مخې د ځمکي په اوبو کي د نایتریت د ایونو غلظت $[NO_3^-]$ معلوم کړئ . د E د اندازه کولو پر وخت د ځمکي اوبه د مقطرو اوبو په واسطه دوه چنده رقیق کړئ .



(1- 20) شکل

د $E - [NO_3^-]$ معیاري ګراف

حل : لمړی باید هغه وړانګي چې په دې سستم کي اعظمي جذبيږي وپیژنو . ددې کار لپاره په اوبو کي د سالیسالک اسید محلول(مقیاسي محلول) او بل د نایتریت د ایونو او سالیسالک اسید داسي امتحاني محلول چې د دواړو موادو مقدار یکې مساوي وي او ژیړ رنګ ولري جوړوو. بیا د رڼا په مختلفو وړانګو (λ) د مقیاسي محلول او امتحاني محلول په واسطه د رڼا د جذب شدت (I^0 او I) اندازه اود هرې وړانګي (λ)لپاره د E قیمت پیداکوو. بیا د λ - Eګراف رسموو چې د هغې له مخې هغه وړانګي (λ)چې په ژیړ رنګه محلول کي اعظمي جذبيږي پیژنوو .

ب- كله چي مو د ژير رنګه محلول د جذبي سپکترو متري لپاره مناسبي وړانګي وپيژندلي بيا نو يو شمير داسي محلولونه چي د نايتريت د ايونو مقدار پکي معلوم اود ساليسالک اسيد په واسطه ژير رنګه شوی وي جوړوو . د همدغه پيژندل شويو وړانګو (λ) په واسطه ددغه محلولE اندازه کوو . او بيا (E – C)ګراف (مستقيم خط) رسموو (۱- 20 شکل) . وروسته د خمکي د مخ اوبه اخلو او يو څه ساليسالک اسيد وراچووترڅو رنګ يي ژير شي . اوس ددي ژير رنګه محلول E اندازه او د ګراف له مخي په دغه محلول کي د نايتريت غلظت (مول في ليتر) پيداکوو .

ج- د (۱- 20) شکل څخه ښکاري چي د $E = 0,18$ سره دنايتريت غلظت *$[NO_3^-] = 0,32 \ 10^{-5} mol/L$ سر خوري او دغه په يو ليتر کي محلول کی*

$$0,32 \,.\, 10^{-5} \,.\, 62,01 = 1,98 \,.\, 10^{-4} \ gr$$

يا تقريبا ۲۰ ملي ګرامه د نايتريت ايونونه کيږي . د بلي خوا داچي محلول په مقطرو اوبو دوه چنده رقيق شوی دی نو په يو ليتر د ځمکي اوبو کي د نايتريت د ايونو مقدار $= 2 \,.\, 20$ $40\ mg$ کيږي .

پوښتنه :
پتاسيم ډاي کروميت په اوبو کي په لاندي ډول هايدروليز کيږي :

$$Cr_2O_7^{-2} \quad + \quad H_2O \quad \leftrightarrow \quad 2HCrO_4^-$$

$$(C_0 - X) \qquad\qquad\qquad (2X)$$

داچي $HCr\ O_4^-$ يو ضعيف تيزاب دی ، نو د PH په تغير سره پورتنی تعادل يوې خوا ته ړنګيږي .
الف – که د دغه چاپيريال PH زيات شي اود هغي سره دسستم د حجم تغير د صرف نظر وړوي ، نو ووايياست چي د $Cr_2O_7^{-2}$مقدار به په سستم کي کم او که زيات شي .
ب - د پورتني تعامل د تعادل د ثابت (K) افاده وليکئ
ج- د K دقيمت د معلومولو په غرض موږ د اوبو په په يو ليتر بفر محلول کي 4.10^{-4} موله $K_2Cr_2O_7$ حل کوو . ددي محلول اپتيکي کثافت د λ=370nm وړانګو په واسطه E=1,228 پيداکوو . که د کيوت قطر يوسانتي متر اود محلول د موادو ε په لاندي ډول وي

$$\varepsilon_{Cr2O7^{-2}.aq} = 7,27 \,.10^2\ L \,.\, mol^{-1} \,.\, cm^{-1}$$
$$\varepsilon_{HCrO4^{-2}.aq} = 4,81 \,.10^3 L \,.mol^{-1} \,.cm^{-1}$$

نود پورتني تعامل د تعادل ثابت (K) معلوم کړئ .

حل :

الف- که په دغه محلول کې قلوي اضافه شي د غه قلوي د $HCrO_4^-$ايونو (ضعيف تيزاب)سره تعامل کوي او $HCrO_4^-$ کميږي پس $HCrO_4^-$ بايد بيرته توليد شي . يعني تعادل ښي لاسته بې خايه کيږي او $Cr_2O_7^{-2}$په سستم کې کميږي .

ب- داچې په سستم کې د اوبو مقدار ډير زيات دی نودپورتني تعامل د تعادل افاده داسې ليکو :

$$[H_2O] = const$$

$$K = \frac{[HCrO_4^{-2}]^2}{[Cr_2O_7^{-2}]} = \frac{X^2}{C_0 - X}$$

ج-داچې په $Cr_2O_7^{-2}$او $HCrO_4^-$ دواړو کې کروم شته ، نو ددغه محلول عمومي E په دغه دواړو رنګه موادو پورې اړه لري پس ليکو چې :

$$d = 1cm$$

$$E = \varepsilon . C . d = \varepsilon_{Cr2O7^{-2}} . C_{Cr2O7^{-2}} + \varepsilon_{HCrO4^-} . C_{HCrO4^-}$$

دپورتني کيمياوي تعاد ل د معادلې څخه ښکاري چې :

$$C_{Cr2O7^{-2}} = C_0 - X = 4,0 . 10^{-4} - X$$

$$C_{HCrO4^-} = 2X = 2X mol.L^{-1}$$

$$E = 7,27 . 10^2 (4,0 .10^{-4} - X) + 4,81.10^3 .2X$$

$$1,228 = (0,2908 - 727X) + (9,62.10^3 X)$$

$$X = 1,05.10-4 \ mol/L$$

$$K_D = \frac{X^2}{C_0 - X} = \frac{(1,05 . 10^{-4})^2}{(4,0 .10^{-4} - 1,5 . 10^{-4})} = 3,8 .10^{-5}$$

راديو سپکتروسکوپي (Radiospectroscopy) :
خيني موادپه انتخابي ډول راديويي څپې (۲-۱ جدول)جذب يا ازاد وي او په پايله کې الکترون پارامګنيتي ريزونانس سپکتر (EPR) اويا د هستې د مقناطيسي ريزونانس سپکتر (NMR) رامنځته کوي . په پورتنيو دوارو پېښو کې د دوه ګاونډيو کوانټي انرژيکي سويو توپير ډير لږ ($j\ 10^{-26} - 10^{-24}$) دی اوپه دوارو پېښو کې له يوې کوانټي انرژيکي سويې څخه بلې کوانټي انرژيکي سويې ته د انتقال پر مهال د جذب يا ازادې شوې الکترو مقناطيسي څپې انرژي يا فريکونسي (($10^{8} - 10^{11}$ Hertz) اود څپې اوږدوالی يې 1-500cm ته رسيږي .

دهستې مقناطيسي ريزونانس (**nuclear magnetic resonance – NMR**) :
داتومونو په هستو کې نکلونونه (پروتونونه او نيوترونونه) ځای لري . د اتوم د هستې سپيني کوانټمي عدد په هسته کې د نکونو د سپيني کوانټمي عددونو د مجموعې څخه عبارت دی . کوم اتومونه چې په هستو کې يې د نکلونو شمير جفت دی لکه(C^{12}, O^{16}, S^{32} او نور) . دلته دنکلونو سپينونه په خپل منځ کې يو بل جبران (خنثی) کوي . د دغسې اتومونو هستو ي سپيني کوانټي عدد (J=0) او مقناطيسی مومنت يی هم صفر وي . هغه هستې چې د نکلونو شمير يکې طاق وي(لکه, C^{13}, H^{1} P^{31} , F^{19} او نور). دلته د نکلونو سپينو نه يو بل نه جبران کوي اود داډول هستو سپيني کوانټي عدد(j=1/2) وي . دغسې متناظري کروي (کروي سمتريک) چارج لرونکې هستې چې په خپل محور چورلي ، ددې دوراني حرکت څخه يې د هستې مقناطيسي مومنت منځ ته راځي . داډول هستې د مقناطيسي هستو په نوم ياديږي . که مقناطيسي هستې په بيروني مقناطيسي ساحه کې کيښودل شي ،نوداهستې په انتخابي ډول ځيني الکترومقناطيسي څپې جذبوي . دمقناطيسي هستو په واسطه د الکترومقناطيسي څپو انتخابي جذب ته د هستې مقناطيسي ريزونانس وايي .که مقناطيسي هسته په بيروني ثابته مقناطيسي ساحه (H) کې کيښودل شي ، نو د کوانټم ميخانيک د پرنسيپ پر اساس ددغې مقناطيسي هستې د مقناطيسي مومنت وکتور (μ_N) په بيروني مقناطيسي ساحه کې دسکرت (غير متمادي) موقيعتونه نيسي چې د هر موقيعت سره يې د انرژۍ دسکرت مقدار (کوانټي انرژي) مطابقت کوي . اوس که پر دغه هسته د الکترومقناطيسي (راديويي) څپوساحه (H_1) چې جهت يې د (H) پر ساحه عمود دی هم عمل وکړي ، نو کله چې د راديويي څپوانرژي (hγ) مساوي شي له :

$$h\gamma = \mu_N \cdot \gamma \cdot H$$

$$\gamma = \mu_N \cdot \gamma \cdot H / h \qquad (1\text{-}27)$$

$\mu_N = 5{,}050951 \cdot 10^{-2}\ A \cdot M^2$)- د هستې د مقناطيسي مومنت د اندازه کولو واحد دی چې د هستې د مګنيتون په نوم ياديږي ، h - د پلانک ثابت ،γ (= μ / p) ګيرومقناطيسي نسبت ، μ د

هستي مقناطيسي مومنت ، p- دهستي د حركت مقدار يا زاويه وي مومنت او γ- د راديويي څپو فريكونسي ښيي) . نو په دي شرايطو كي مقناطيسي هسته دغه د hγ انرژي جذبوي (هسته ريزونانس كوي) يعني د هستي د مقناطيسي مومنت وكتور له ټيټ كوانتي حالت (موقيعيت) څخه ګاونډي لو ړ كوانتي موقعيت (لوړ كوانتي حالت) ته ځي اوپه پايله كي د NMRسګنال منځته راځي . د NMR د سپكتر لاسته راوړو لپاره كيدايشي د γ او يا د H قيمت ته په خبله خوښه تغير وركړو ترڅوپورتنی مساوات (27 – 1)لاسته راشي . د تخنيكي اسا نتاوپه خاطرمعمولا د γ قيمت ثابت ساتي او H ته تغير وركوي او په دی توګه د NMR سپكتر د I (دانرژی د جذب شدت) او H په كواردينااتو كي لاس ته راوړي . (21 -1شكل). داچي د مختلفو مقناطيسي هستو د γ قيمت يو له بل څخه توپير لري ، نو د مختلفو مقناطيسي هستو د ريزوناس شرايط هم فرق كوي او څكه د مختلفو مقناطيسي هستوپه واسطه د انرژی د جذب سګنال د H په مختلفو قيمتونو (د H پر محور پر جلا جلا ځايونو) رامنځته كيږي . بايد زياته كړو چي د مقناطيسي هستو د ريزونانس فريكونسي γ په عمل كي د هغي د نظري قيمت (دازادو هستو لپاره د γ له قيمت) څخه توپير لري . ددي خبري دليل دادی چي د هستو چاپيره الكترونونه ګرځي . كله چي مقناطيسي هستي د بيروني مقناطيسي ساحي په داخل كي كيښودل شي ، نو د هستو چاپيره د الكترونو د ګرځيدو د جريان له كبله الكتروني مقناطيسي ساحه را منځته كيږي چي قيمت يي د بيروني مقناطيسي ساحي د شدت سره مستقيم تناسب لري او جهت يي د بيروني مقناطيسي ساحي د جهت مخالف وي . د الكترونو دا مقناطيسي ساحه پر هسته باندي د بيروني مقناطيسي ساحي د اغيز مخه نيسي (دبيروني مقناطيسي ساحي اغيز راكموي) . او اخري (27-1) معادله لاندی بڼه غوره كوي .

$$\gamma = \frac{\mu_N \cdot \gamma \cdot H}{h} (1 - \sigma) \quad (1\text{-}28)$$

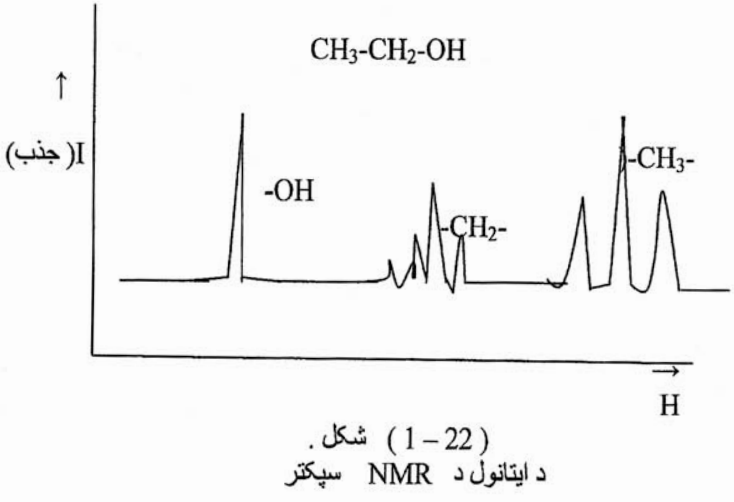
σ – په اخري معادله كي بي واحده كميت دی چي د حايليت د ثابت په نوم يادېږي . دσ قيمت د بيروني مقناطيسي ساحي (H) يو ميليونمه برخه (1MF) ده . يعني ليكوچي :

$$1MF = 10^{-6} H$$

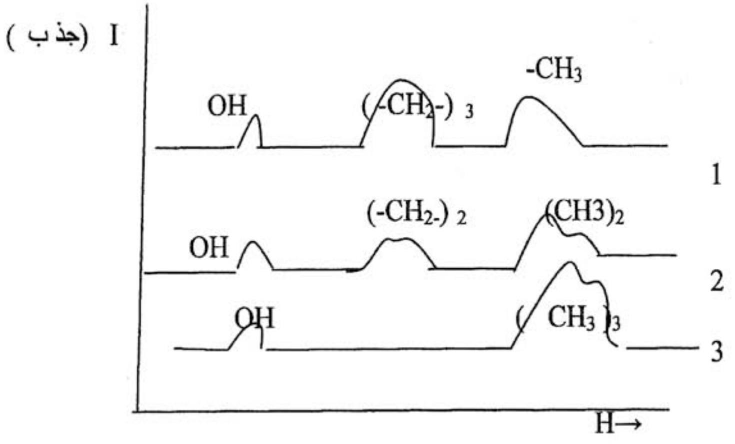
پس د عين راديو يي څپو (γ = const) د كارولو په صورت كي دNMR د سپكتر د جوړيدو لپاره د متحولي بيروني مقناطيسي سا حي شدت(د H قيمت) دهغي د نظري قيمت (د ازادو هستود ريزونانس لپاره د H د قيمت) په پر تله زيات وي . او څومره چي د σ قيمت زيات وي په همغه اندول دNMR پر سپكتر د انرژی د جذب سګنال د H په لوړو قيمتونو را منځته كيږي . دبله پلوه د كيمياوي موادو په ماليكولونو كي عين مقناطيسي هستي كيداي شي د مختلفو (دكميت او كيفيت له پلوه مختلفو) نورو هستو په منځ كي ځای ولري چي دلته د مختلف كيمياوي چاپيريال له امله مختلف الكتروني كثافتونه (اوله دي امله

دالکتروني مقناطیسي ساحو متفاوت شدتونه) د عین مقناطیسي هستي چاپیره راپیداشي او په دي توګه د عین مقناطیسي هستو لپاره د σ قیمت په مختلفو جوړښتي اتومي ګروپونو (په مختلفو کیمیاوي چاپیریالونو) کي فرق پیداکوي . اود عین مقناطیسي هستو د ریزونانس سګنال (د انرژۍ د جذب سګنال) د NMR پر سپکر د H په مختلفو قیمتونو راڅرګندیږي . چي دغه پیښه د کیمیاوي خوځښت (کیمیاوي توپ) په نوم یادیږي د NMR پر سپکتر د هر سګنال شدت (د هر پیک لاندې ساحي مساحت) د هغو مقناطیسي هستو د شمیرسره مستقیم تناسب لري کومي چي په عین جوړښتي اتومي ګروپ کي دي اودغه سګنال يي منځته راوری دی. د NMR په سپکتر کي له دي پدیدي څخه د کیمیاوي موادود مالیکولونو اوهم د محلولونو د جوړښت د تثبیت لپاره کار اخلي . دبیلګي په توګه په (۱- ۲۲) شکل کي د ایتانول دNMR سپکتر اوپه (۲۳-۱) شکل کي د بوتانول د دري ایزومیرونو د

NMR سپکترونه ښودل شوي دي .



(1 – 22) شکل .
د ایتانول د NMR سپکتر



شکل (1-23)
د بوتانول د ایزومیرونو د NMR سپکترونه

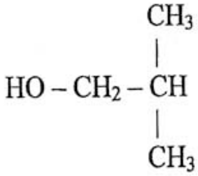
دایتانول په مالیکول کې یواځې د هایدروجن د اتومونو هستې مقناطیسي دي . پس ددې مادې پر سپکتر درې مختلف سګنالونه ښيي چې د هایدروجن اتومونه په درې مختلفو جوړښتي اتومي ګروپونو کې ځای لري . که ددغه سګنالونو شدتونه (د پیک لاندې ساحو مساحتونه) په خپل منځ کې پر تله شي ، نو د هغو د شدتونو تر منځ (۱ : ۲ : ۳) نسبت لیدل کیږي . اوس که د ایتانول په مالیکول کې د هر عنصر د اتومونو شمیر اود هر عنصر ولانسي قوه وپیژنو ، نو د ایتانول د مالیکول جوړښتي فورمول په لاندې ډول اټکل کیدای شي .

$$HO - CH_2 - CH_3$$

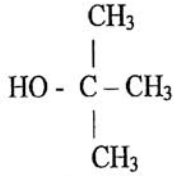
دبوتانول د دریو ایزومیرونو د NMR پر سپکتر (23–1 شکل) ښکاره لیدل کیږي چې د ($-CH_2-$ -) ګروپ اړوندسګنال په (۱) سپکتر کې لوی ، په (۲) سپکتر کې د (۱) سپکتر په پرتله کوچنی او په (۳) سپکتر کی دغه پیک نه لیدل کیږي .او همدا شان د ($-CH_3-$ -) ګروپ اړوند سګنال پر (۱) سپکتر کوچنی ، پر (۲) سپکتر تر هغې لوی او پر (۳) سپکتر تر ټولو لوی دی پس د بوتان د ایزومیرونو جوړښتي فورمولونه په لاندې ډول اټکل کیږي .

1) $HO - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

2)



3)

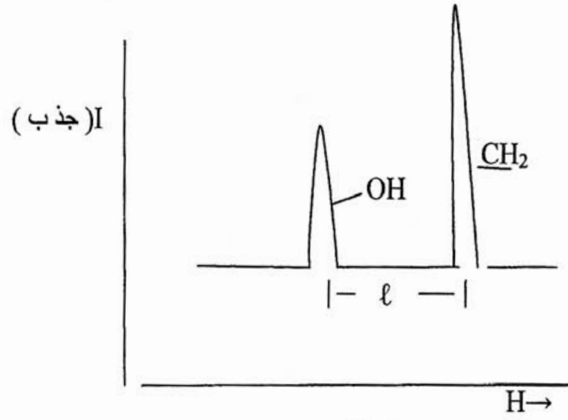


داچې د کيمياوي خوځښت (б) مطلق قيمت معلومول يو څه مشکل کار دی ، نو اکثرا د کيمياوي خوځښت (کيمياوي توپ)د مطلق قيمت پر ځای د ستندرد موادو د کيمياوي خوځښت (کيمياوي توپ) په پر تله د امتحاني مادې د کيمياوي خوځښت نسبي قيمت معلوموي . د پروتون د مقناطيسي ريزو نانس (PMR) د ځيرني پر مهال د تترا متيل سيلان او بنزول کيمياوي توپ (б) د ستندرد په توګه کاروي . که په (27 – 1) معادله کې د راديو يې څپو فريکونسي ثابته وي اود تترا متيل سيلان په پروتونو کې د انرژۍ د جذب سګنال د خارجي مقناطيسي ساحې پهH_{TMC} شدت اود امتحاني مادې په پرتونو کې د انرژۍ د جذب سګنال په Hc شدت رامنځته شي،نو دPMR د سپکتر له مخې د($H_{TMC} - Hc$) قيمت عملا تاکل کيدای شي. او($H_{TMC} - Hc / Hc$) چې يو بې واحده کميت دی قيمت يې د خارجي ساحې په شدت پورې اړه نه لري . ددې نسبت عددی قيمت ($10^{-6} \sim$) دی . د بله پلوه د تترامتيل سيلان کيمياوي خوځښت اعظمي او (б=10MF) دی . پس د تترا ميتيل سيلان په نسبت د امتحاني مادې کيمياوي توپ (δ) مساوي کيږي :

$$\delta = 10 - (H_{TMC} - Hc / H_{TMC}) \ldots \quad (1- 29)$$

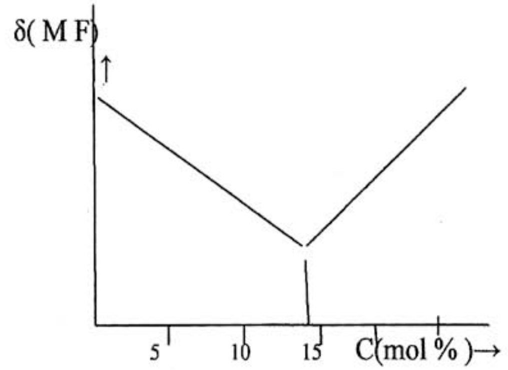
په دې اخرو کلونو کې د محلولونو د جوړښت د ځيرني لپاره د PMR (NMR) سپکتروسکوپي څخه هم کار اخستل کيږي . د بيلګې په توګه د PMRسپکتروسکوپي په واسطه د ميړيانو په تيزابو کې د Na^+ د ايون د انحلال کواردنيشني نمبر (دميړيانو په تيزابو کې د Na^+ چاپيره د ميړيانو د تيزابو دهغه ماليکولونو شمير کوم چې د کيمياوي اړيکو له لارې د Na^+ د ايون سره مستقيم تړاو لري) معلومول په پام کې نيسو: د ميړيانو د سوچه (خالصو) تيزابو اود سوچه بنزول د NMR سپکتر په (24 - 1)شکل کې ورکړل

شوي دی . په دې شکل کې د تيزابو د OH د ګروپ د ريزونانس د سګنال اود تيزابو او بنزول په ماليکولو کې د C-H د ګروپ د ريزونانس د سګنال تر منځ فاصله (ℓ) ثابته ده . اوس که په دې محلول کې د Na^+ ايون اضافه شي ، نو د تيزابو قطبي ماليکولونه د سوديم د ايون چاپيره (د Na^+ سره په مستقيم تماس کې) را ټوليږي اوددغه ايون چاپيره د محلل د ماليکولونو لمړی سلواتي طبقه



(1- 24)
دبنزول او د ميږيانو د تيزابو
د پروتوني ريزونانس سپکتر

جوړوي . د محلل د ماليکولونو دا طبقه د سوديم د ايون سره مستقيم او ټينګ تړاو لري اود هغې سره يو ځای حرکت کوي . د محلل نور ماليکولونه ددغه سلوات شوي ايون سره سست تړاو لري او په حرارتي حرکت کې دهغه سره يو ځای حرکت نه کوي . په لمړی سلواتي طبقه کې د Na^+ د ايون سره په مستقيم ګاوند کې د ماليکولو شمير (د سالويشن کووارډينيشن نمبر) د معلومولو لپاره د ميږيانو په تيزابو کې د سوديم ايون لرونکو مالګو مختلف غلظت لرونکي محلولونه جوړوي . اوپه هر محلول کې د خالص بنزين يو يوڅاڅکي علاوه کوي . اود NMR سپکتر يې اخلي . کله چې د سوديم ايون لرونکي مالګه د ميږيانو په تيزابو کې ولويږي ، نو د تيزابو د OH ګروپ د Na^+ ايون ته جذبيږي . دلته د تيزابو د OH په ګروپ کې د هايدروجن د هستې چاپيره د الکتروني وريځې کثافت اوپه پايله کې د هستې چاپيره د الکتروني جريان مقناطيسي ساحه تغير کوی او له دې کبله د تيزابو په ثابت مقدار کې د مالګې د غلظت د تغير سره په(24-1) شکل کې د C-H او OH ګروپونو اړوند سګنالونو تر منځ فاصله (ℓ) هم تغير کوي چې د ($\delta = 0{,}0\ 687\ell$) افادې له مخې د ميږيانو په تيزابو کې د سوديم د مالګې مختلف غلظت (C) لرونکي محلولونو لپاره د (δ) مختلف قيمتونه لاس ته راځي . تجربو ښودلې ده چې د $\delta = f\ (C)$ ارتباط ځخه مستقيم خط لاس ته راځي . (25-1) شکل .



شکل(1 – 25)
دمیریانو په تیزابو کې د سودیم ایون لرونکې مالگې
د محلولونو د غلظت(C) او کیمیاوي توپ (δ) اریکه

په پورتني شکل کې لیدل کیږي چې د دوه مستقیمو خطونو د تقاطع مطابق د میریانو په تیزابو کې د سودیم د مالگې غلظت (16 mol %) دی . یعني په دغه نقطه کې لرو چې :

$$\frac{\text{د میریانو د تیزاب مولونه}}{\text{د سودیم د مالگې مولونه}} = \frac{86}{14} = 6:1$$

یعني د میریانو د تیزابو شپږ مالیکولونه د سودیم د هر ایون سره مستقیمې اړیکې لري یا په بله وینا په دغه محلول کې د سودیم د انحلال د کواردنیشن نمبر (6) دی . پر (25-1)شکل ددوه مستقیمو خطونو تر منځ د تقاطع د نقطې رامنځته کیدل داسې تشریح کوي :
د (HCOONa) غلیظ محلول په پام کې نیسو . دلته د تیزابوټول مالیکولونه د سودیم فارمیت (HCOONa) د ایونو سره مستقیم تړاو لري . کله چې په دغه محلول کې نور تیزاب اچول کیږي ، نو د نوموړي مالگې ایونونه یوله بله لرې وځي اودهر ایون چاپیره لمړی سلواتي طبقه د محلل (تیزابو) د مالیکولونو په واسطه ډکیږي او تر دې حده د غلظت (C) دزیاتیدو سره د محلولونو کیمیاوي توپ (δ) په خطي ډول تغیر کوي . د تقاطع په نقطه کې د محلل ټول مالیکولونه د مالگې د ایونو چاپیره په لمړی سلواتي طبقه کې ځای نیسي (دایونو چاپیره لمړی سلواتي طبقه ډکیږي) او له دې وروسته چې پر دې محلول نور محلل (تیزاب) اضافه کیږي ، نو اوس د محلل ځیني مالیکولونه د مالگې د ایونو سره

مستقیم تړاو نلري بلکې په خپل سر په هر لوري حرکت کولای شي ، نو د ایون په لمړۍ سلواتي طبقه کې د تیزابو د مالیکولونو د (OH) په گروپ کې د هایدروجن د اتوم د هستې چاپیره د الکتروني وریځې کثافت ا ود تیزابو د ازادو مالیکولو د (OH)په گروپ کې د هایدروجن د اتوم د هستې چاپیره د الکتروني وریځی کثافت ,توپیر پیداکوي ، نو ځکه د تقاطع له نقطې وروسته د مالگې د محلولونو د غلظت د کمیدو سره ددغه محلولونو کیمیاوي توپ (δ)د بل مستقیم خط په اساس تغیر کوي اود دواړو مستقیمو خطونو د تقاطع د نقطې مطابق محلول د مولي فیصدی غلظت له مخې د حل شوې مالگې او محلل(تیزابو) د مولونو نسبت او په پایله کې د یو ایون چاپیره په لمړۍ سلواتي طبقه کې د محلل د مالیکولونو شمیر حسابوي .

کروماتوگرافي(chromatography) :

کروماتو گرافي دکیمیاوي موادو د گډولې(مخلوط) د اجزاو د بیلوني او پیژندني ډیره ښه لار ده . پر یو جاذب شي د گډولې د مختلفو اجزاو د جذبیدو د قابلیت توپیر ددې متود اساس جوړوي . کیمیاوي مواد په دې متود کې دوه فازی حالات لري چې یو فاز یې ثابت او بل فاز یې متحرک وي . جاذب مواد معمولا یو ثابت فاز او اکثرآ جامدات یا یوه مایع وي چې په جامد شي کې جذب شوې وي . متحرک فاز گاز یا مایع اویا خو مایع محلول وي . د امتحاني موادو گډوله د متحرک فاز سره یو ځای په یو نل کې د ثابت فاز له منځ څخه تیریږي چې په دې جریان کې د گډولې ځیني اجزا مضبوطې او ځیني سستې جذبیږي او ځیني هیڅ نه جذبیږي دا مواد تر ټولو لمړی ورپسې سست جذب شوی مواد اوپه اخر کې مضبوط شوي مواد له نل څخه وځي او په دی ترتیب د گډولې اجزا یو له بله جلاکیږي . دامتود د لمړي ځل لپاره پر ۱۹۰۳کال یوروسي واښه پیژندونکي – میخایل سوت لخوا د نباتاتو د پگمنتونو (رنگونو) دجلاکوني لپاره کارول شوی دی نو ځکه د کروماتوگرافی (رنگ پیژندنې) په نامه یاد شوی دی . ولې نن ورځ دامتود د هرډول موادو دگډولې د اجزاودپیژندنې او یو دبل څخه د جلاکوني لپاره کارول کیږي .

دکروماتوگرافی ډولونه : ځیني پوهان دامتود په جذبي کروماتوگرافی او د بیلوني په کروماتوگرافی ویشي . کالومن کروماتوگرافي دجذبي کروماتوگرافی یو مثال دی . په کالومن کروماتو گرافی کې جاذب مواد د ثابت فاز په بڼه په یو نل (کالومن) کې ځای شوی وي . امتحاني گډوله د متحرک فاز سره یوځای د نل په منځ کې تیریږي . د گډولې د اجزاو د مالیکولونو د جوړښت د توپیر په وجه د گډولې ځیني اجزا پر جاذب مضبوطې او ځیني سستې جذبیږي او ځیني د جذبیدو پرته له نل (کالومن) څخه وځي او په دې ډول د گډولې اجزا یو له بله جلا کیږي اوبیا پیژندل کیږي . دبیلوني په کروماتوگرافی کې لمړی یوه مایع (لکه اوبه) پر ثابت فاز جذبیږي . د متحرک فاز مایع پر ثابت فاز د جذب شوې مایع (اوبو) سره نه گډیږي ولې په متحرک فاز کې د امتحاني گډولې یوجز پر ثابت فاز جذب شوی مایع (اوبو) کې حل کیږي اوبل جز یې په په متحرک فاز کې حل پاتې کیږي په دې ډول د امتحاني گډولې اجزا یو له بله جلا اوبیا پیژندل کیږي دکروماتوگرافی ټول ډولونه دجذبي کروماتو گرافی اویا د بیلوني د کروماتوگرافی میخانیکیت لري . لاندې د کروماتو

گرافی ځیني ډولونه چې په طبیعت ، صنعت او طبابت کې لیدل کیږي په لنډ ډول درپیژندل کیږي .

د ایون بدلوني کروماتوگرافي :

دامتحاني موادودګډوله د متحرک فاز سره یوځای د ثابت فاز له منځه تیریږي .دغه مهال د امتحاني ګډولې ځیني ایونونه په ثابت فاز کې دایونو د جذب پر مرکزونو (+ یا – ایونونو) جذبیږي . دثابت فاز دجذب پر مرکزونودامتحاني ګډولې د ایونونو تر منځ د جذبیدو سیالي د ایون بدلوني کروماتو گرافی بنسټ جوړوي . دایون بد لوني پیښه په طبیعت کې په اوبو کې منحل سرو او خاوري تر منځ ډیره لیدل کیږي . دبیلگې په توګه که د پوتاسیم د مالگې محلول دخاورې سره ګډ شي دلته د پوتاسیم ایونونه په خاوره کې جذبیږي اوپر ځای یې د سوډیم او کلسیم ایونونه له خاورې څخه جلا اومحلول ته داخلیږي. دلته خاوره د ایون بدلونکي مادي په نوم یادیږي . ځیني مصنوعي پولیمیرونه د مصنوعي ایون بدلونکو موادو په نوم یادیږي . د دادول پولیمیرونو په جوړښت کې ایوني ګروپونه ځای شوي وي کوم چې پر پولیمیر د ایونو د جذب مرکزونه جوړوي . دانیوني پولیمیرونو په جوړښت کې منفي ایوني ګروپونه ځای لري چې دهغو پر مخ مثبت ایونونه بدلیږي اود کتیوني پولیمیرونو په جوړښت کې مثبت ایوني ګروپونه ځای لري چې دهغو پر مخ منفي ایونونه بد لیږي . ورروستی ډول پولیمیرونه د بورې څخه د مالگو د لیرې کولو اود بورې د صافولو لپاره هم کارول کیږی . د بیلگې په توګه دانیون بدلونکو پولیمیرونو په جوړښت کې دNH_3^+ -گروپ موجود وي چې د هغې پر مخ دX انیون نښتي وي . دلته د انیون بدلوني په تعامل کې د محلول انیون د X دانیون ځای نیسي . د کتیون بدلونکو پولیمیرونو په جوړښت کې دبیلگې په توګه د COO^- – گروپ موجود وي چې د هغې پر مخ د M^+ کتیون نښتي وي . دلته دایون بدلوني په تعامل کې دمحلول کتیون دپولیمیر پرمخ کتیون (M^+) سره بدلیږي . نن ورځ ایون بدلونکي پولیمیرونه په صنعت کې ډیر کارول کیږي .

جل فلترکروماتوگرافي :

په جل فلتر کروماتوگرافی کې دمایعاتو ګډوله په یونل (کالومن) کې دیوجل له منځه تیریږي .دلته د مایعاتو د مالیکولونو دلویوالي پربنسټ مایعات یوله بله جلاکیږي .یعي هغه مایع چې مالیکولونه یې کوچني دي دغه مالیکولونه دجل په سوریو کې ننوځي او ورو ورو ښکته په نل کې حرکت کوي . هغه مایع چې مالیکولونه یې لوی دي دجل په سورو کې نه ننوځي اوژر دنل څخه وځي او په دی ډول مایعات یو له بله جلا کیږي . دا متود د پروتینونو ، پولیمیرونو او وایروسونو دجلاکوني لپاره کارول کیږي .

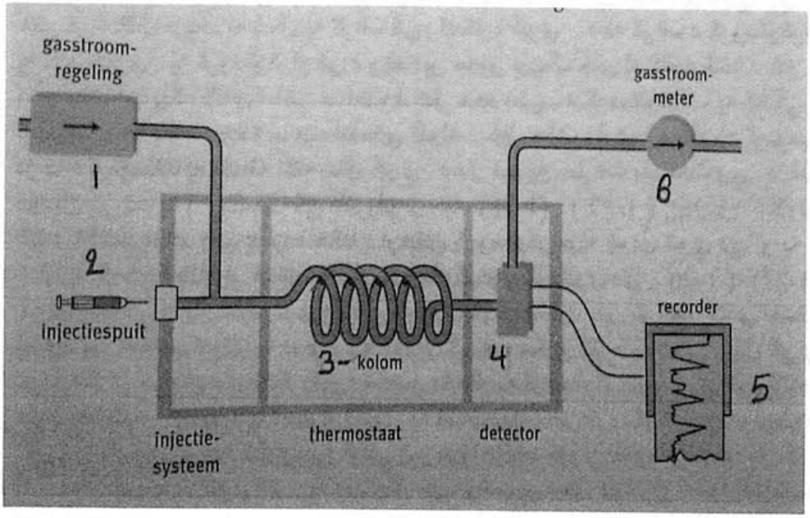
کاغذ کروماتوگرافي :

کاغذ کروماتو گرافي د موادو د ګډولې د اجزاو دبیلوني او پیژندني یوه لار ده چې په هغې کې کاغذ دثابت فاز اوجاذب په توګه کاروركوي . د امتحانی ګډولي یو څاڅکي دکاغذ د ورقې پر څنده اچوي او ورقه عمودا په محلل کې خړوي . محلل چې په کاغذ کې پورته ځي (کپیلاري اکشن) نود ګډولي مواد هم له ځان سره پورته وړي . پر کاغذ باندي د ګډولي

داجزاو دجذبیدودقابلیت دتوپیر په وجه اوهم په محلل اود کاغذ په نم کي دګډولي د اجزاو دبیلیدو په وجه د ګډولي اجزا په مختلفو سرعتونو په کاغذ کي پورته ځي . اوس که کاغذ له محلل څخه لیرې او وچ کړای شي ، نو د ګډولي د مختلفو اجزا و لکي جلا جلا پر یو خط یو له بله په مختلفو فاصلو دکاغذ پرمخ جوړیږي . چې په تاکلي وخت کي دورقي له څنډې څخه د هرې لکي د فاصلي له مخی د ګډولي اجزا پیژندل کیږي . دغیر رنګه موادو لکي د UV وړانګو په واسطه اویا هم پر لکي باندې د مناسبو موادو د پاشلو په واسطه (چې مشخصه یی رنګ ورکړي) پیژندل کیږي . په دې ډول د کاغذ کروماتوګرافی په واسط دکیمیاوي موادو دګډولي اجزا یوله بله جلا اوپیژندل کیږي .

غاز کروماتوګرافي :

دغاز کروماتوګرافی ساده شیما په (26-1)شکل کي ښودل شوې ده

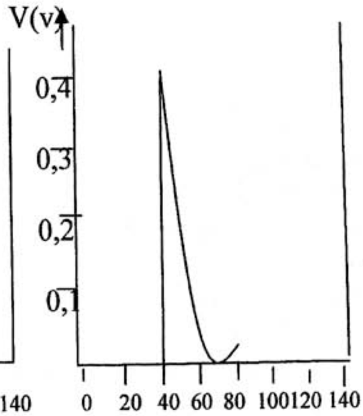


(26-1)شکل

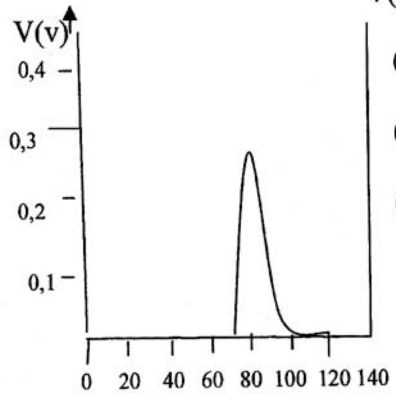
دغاز کروماتوګرافی ساده شیما

حامل غاز (متحرک فاز) له (۱) قسمت څخه کروماتوګراف ته داخلیږي . په (۲) قسمت کي دپیچکارۍ د ستني په واسطه امتحاني ګډوله د حامل غاز سره یو ځای کیږي . او ټول غاز کالوم (۳) ته چې ثابت فاز (جاذب مواد) پکي دي ورننوځي . دغاز د ګډولي مختلف اجزا دمالیکولي کتلو اود مالیکولونو د قطبیت د توپیر په وجه په مختلفو وختونو کي له کالوم

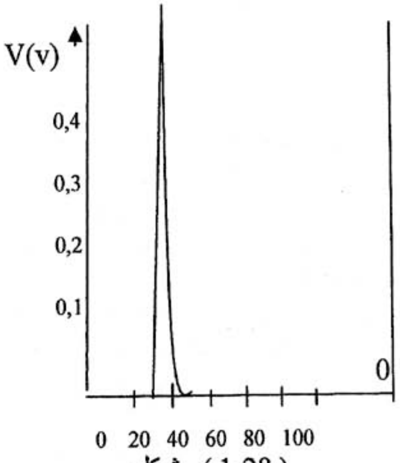
څخه وځي اود کروماتوګراف څلورم (۴) قسمت یعني پیژندګر (دیتکتور) ته ننوځي . که د غاز دجریان سرعت معین او ثابت وي ، نو پیژندګر(دیتکتور) ته د رسیدو وخت د هرغاز لپاره معین او مشخص دی . اود هغې له مخې د ګډولې اجزا پیژندل کیږي . که په کالوم کې جاذب مواد قطبي وي ، نو هغه غاز چې مالیکولونه یې غیر قطبي د ي ژر له کالوم (۳) څخه وځي او دیتکتور(۴) ته رسیږي ، برعکس هغه غاز چې مالیکولونه یې قطبي وي په کالوم کې پر جاذب مضبوط جذبیږي اوپه کالوم کې ورو ورو حرکت کوي او په ځنډ دیتکتور ته رسیږي . که په کالوم کې جاذب مواد غیر قطبي وي دلته هغه غاز چې مالیکولي کتله یې لږه ده په کالوم کې چټک حرکت کوي اوژر دیتکتور ته رسیږي برعکس هغه غاز چې مالیکولي کتله یې لویه ده ورو ورو په کالوم کې حرکت کوي او په ځنډ دیتکتور ته رسیږي . دلته باید انتظار وایستل شي تر څو ټول غاز له (۳) قسمت څخه وځي . کله چې غاز له (۳) قسمت څخه (۴) قسمت ته داخلیږي ، نو له دیتکتور څخه تیریږي اوپه دغه لحظه کې په کمپیوټر یا ریکاردر کې سګنال منځ ته راځي . د غازد جریان مقدار د(۶) الې په واسطه اندازه کیږي . اوپه پایله کې کمپیوټر یا ریکاردر داسې ګراف رسموي چې په هغې کې سګنال د پیک په شکل په ګراف کې راښکاره کیږي . دغه ګراف د کروماتوګرام په نامه یادیږي . په کروماتوګرام کې د وخت پر محور د پیک ځای له کالوم څخه د غاز د وتلو وخت اود پیک لاندې ساحې مساحت د غاز حجم ښيي . د کروماتوګراف په اله کې د تودوخې درجه باید دومره وي چې امتحاني ګډوله د غاز حالت ولري . د کالوم د تودوخې درجه د ترموستات په واسطه ثابته ساتل کیږي . دغاز دجریان سرعت باید ثابت وي . د غاز دجریان سرعت په (۱) قسمت کې کنټرولیږي . په (1-28) , (1-27) ,(1-26) شکلونو کې د خالصو موادو یعې پنتان ، هکذان اوهپتان کروماتوګرامونه ښودل شوي دي او په (1-29)شکل کې د پنتان او هپتان د ګډولې کروماتوګرام ښودل شوی دی . 26-1)، (27-1) ، (28-1) کروماتوګرامونه درې واړه پر یو کروماتوګراف اود عین شرایطو لاندې اخستل شوي دي . امتحاني نمونې په درې واړو تجربو کې دوه مکرو لیتره مایع ده . لیدل کیږي چې د هکذان او هپتان د دوه مکرولیتره خالصو مایعاتو په کروماتوګرامونوکې دپیکونولاندی ساحو مساحتونه $3{,}7\,cm^2$ یا $3{,}8\,cm^2$ دی . په همدې ډول دعین کروماتوګراف په واسطه د عین شرایطولاندی د دوه مکرولیتره الکان (C_nH_{2n+2}) د ګډولې کروماتو ګرام په 1-) (29 شکل کې ښودل شوې دی . په دې شکل کې دوخت پر محوردپیکونو د موقیعت څخه ښکاري چې‌دغه دوه پیکونه په پنتان او هپتان پورې اړه لري . اوددې پیکونو لاندې ساحو د مساحتونو نسبت (pentan : heptan = 1,7 : 1,4) په نوموړې ګډوله کې د پنتان او هپتان د حجمونو نسبت ښيي . له پورتنیو شکلونو څخه ښکاري چې په کالوم کې د پنتان د معطلیدو وخت ۳۶ثانیې ، دهکذان د معطلیدو وخت تر هغې زیات اود هپتان د معطلیدو وخت تر ټولو زیات دی.



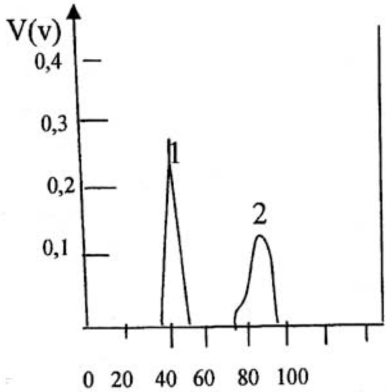
(1-26) شکل
هکذان
د پیک مساحت $3,7cm^2$



(1- 27) شکل
هپتان
دپیک مساحت $3,8\ cm^2$



(1-28) شکل
پنتان



(1-29) شکل
د پنتان او هپتان گډوله
1 : د پیک مساحت $1,7cm^2$
2 : پیک مساحت $1,4cm^2$

پوښتني

لمړی پوښتنه

الف – ولي د کروماتوګرافی په تجربو کي د تودوخي درجه اود غاز جریان باید ثابت وي ؟
ځواب : که د تجربو په جریان کي د کروماتوګراف د تودوخي درجه لوړه شي ، نو غاز له کالوم (جاذب) څخه ژر ازادیږي او ژر دیتکتور ته رسیږي . همدارنګه که د غاز دجریان سرعت زیات شي غازپرجاذب نه جذبیږي اوژردیتکتور ته رسیږي . یعني په دواړو حالتونو کي دغاز مشخصه یی وخت لنډیږي برعکس که د کروماتوګراف دتودوخي درجه ټیټه شي اویا دغازدجریان سرعت لږ شي دلته دغاز مشخصه یی وخت زیاتیږي . په دغه څلورو واړو حالتونو کي پر کروماتو ګرام باندي د وخت پر محور د پیک ځای تغیر کوي اوددغسي کروماتوګرام له مخي دغاز د ګډولي د اجزاو نوعیت او مقدار سم نشي تعینیدلای
ب- په غازکروماتوګرافی کي ترموستات باید دتودوخي پر کومه درجه عیار شي .
ځواب : که د غاز ګډوله د پنتان او هپتان څخه جوړه وي ،نو داچي د پنتان دجوش (غلیان) نقطه $309K^o$ اود هپتان دجوش نقطه $372K^o$ ده ، نو ترموستات باید پر $372K^o$ عیار شي تر څو د ګډولي تولي اجزا وي د غاز حالت ولري .
دویمه پوښتنه .
توضیح کړئ چي مشخصه یی وخت په لاندي فکتورونو پوري اړه لري .
الف- دحامل غار د جریان په سرعت پوري.
ب – دثابت فاز دموادو په نوعیت پوري .
ځواب :
الف- که د حامل غاز سرعت زیات وي ، نو د ګډولي اجزا پرجاذب ښي نشي جذبیدلای اوژر دیتکتور ته رسیږي چي په دي صورت کي مشخصه یی وخت لنډیږي (تغیرکوي) .
ب- قطبي مواد دبیلګي په توګه ایتانول په پام کي نیسوچي دیو کالوم له منځه تیریږي . که په کالوم کي ثابت فاز قطبي مواد وي ، نو ایتانوپر داسي قطبي موادو ښه جذبیږي ، یعني ایتانول په کالوم کي ورو ورو جریان مومي او په ځنډ دیتکتور ته رسیږي دلته مشخصه یی وخت زیات یعني اوږدیږي . برعکس که په کالوم کي جاذب مواد (ثابت فاز) غیر قطبي مواد وي ، نو ایتانول پر هغي ښه نه جذبیږي . یعني ایتانول په کالوم کي چټک حرکت کوي او ژر دیتکتور ته رسیږي . چي دلته مشخصه یی وخت لنډ (کمیږي) .
دریمه پوښتنه:
د پنتان او هپتان د ګډولي کروماتوګرام په (1-29)شکل کي ښودل شوي دی . په دغه ګډوله کي د پنتان او هپتان د حجمونو نسبت پیداکړئ .
ځواب :
پنتان او هپتان دواړه غیرقطبي مواد دي ، نو ددوي مشخصه یی وخت یواځي د دوي په مالیکولي کتلو پوري اړه لري . داچي د هپتان په پرتله د پنتان مالیکولي کتله لږه ده ، نو پنتان د هپتان څخه دمخه دیتکتور ته رسي ، نو ویلای شو چي په (1-29) شکل کي لمړی

پیک په پنتان او دویم پیک په هپتان پوري اړه لري او ددغو پیکونو مساحتونه او هم ددغه غازونو حجمونه په خپل منځ کې لاندې نسبتونه لري .

پنتان : هپتان- د پیکونود مساحتونو نسبت $= 1{,}7 : 1{,}4$

\- پنتان : هپتان - دحجمونو نسبت $= 1{,}7 : 1{,}4$

څلورم سوال:
د (۱-۲۶) ، (۱-۲۷) ، (۱-۲۸) شکلونو له مخې وواياست چې ایا پنتان ، که هکذان او که هپتان پر عین جاذب مضبوط جذبیږي .
ځواب :
څرنګه چې مشخصه یی وخت په کالوم کې د غاز د جذبیدو د شدت سره مستقلم تناسب لری ، نو ددغه درې واړو شکلونو د مقایسې له مخې ویلای شو چې هپتان په کالوم کې مضبوط جذبیږي .
پنځم سوال :
دیو کروماتوګرام کالوم د جامدو قطبی موادو څخه ډک شوی دی . . موږ غواړو چې د متان او هایدروجن فلوراید ګډوله ددی کروماتوګراف په واسطه یو له بله جلا کړو .
الف- په دې تجربه کې دکروماتوګرام ټیټه درجه څوکیدای شي .
ځواب : دمتان د جوش نقطه $112K^o$ اود هایدروجن فلوراید د جوش نقطه $293K^o$ده پس د کروماتوګراف د تودوخې درجه باید د$293K^o$څخه لوړه وي .
ب- وواياست چې د متان اوکه د هاید روجن فلوراید مشخصه یی وخت زیات دی .
ځواب : متان غیرقطبي ماده او هایدروجن فلوراید یوه قطبي ماده ده چې پر قطبي جاذب مضبوطه جذبیږي . پس په دغه کلوم کې د هایدروجن فلوراید مشخصه یی وخت زیات دی .
نوټ : دکروماتو ګرافی د متود پهواسطه د غاز د ګډولي اجزا یو له بله بنې جلاکیږي ، خود ګډولي د اجزاو نوعیت او مالیکولي جوړښت دماسسپکتروسکوپی‌او IRسپکتروسکوپی په واسطه دقیق ټاکل کیږي .

د اخستو پتې

1-quantitative chemical analysis Daniel C . Haris . W . H Freeman and company . New yark . 2007.

2- Mark Ladd . introduction to physical chrmistry . Cambridge university . 1998 .

3- physical chemistry . Amolecularapproach . Donald MC Quarrie . John. D .Simon . university Science book . 1997 .

4-Physical chemistry . Peter Atknis , Julio de Paula . Oxford . New yark . 2010 .

5- Binas . havo / vwo . wolters noordhof bv Groningen . 2004.

6-Physical chemistry . amolecularopproach . Donald MC Quarrie . John D.Simon . universityscience book . 1997.

7-Physical chemistry . David . W . Ball .

8-The elements of Physical chemistry . P W . Atknis. Oxford . Newyark . 2002.

9-Physical chemistry . Gordon . M. Barrow . copyright . 1996 .

10-عمومي کيميا . پوهاند دوکتور خيرمحمد ماموند دانش خپرندويه موسسه ۲۰۰۲ کال .

11-کيمیای فزيکي (ممد درسی براې محصلان رشته تکنالوژ ی کيميا) پوليتخنيک کابل ۱۳۵۹ کال .

د يو شمير فزيكي کميتونو قيمتونه

داو و گدرو عدد-$NA = 6,02214179 .10^{27}\ mol^{-1}$

د پروتون د سکون د حالت کتله $m_p = 1,672621637 .10^{-27}\ kg$

دنيوترون کتله-$m_n = 1,674927211 . 10^{-27} kg$

د الکترون د سکون د حالت کتله-$m_e = 9,10938215. 10^{-31} lg$

تر ټولو کوچنی چارج -$e= 1.602176487 .10^{-19} C$

د فرادی عدد-$F= NA . e = 96485,3399\ C . mol^{-1}$

دپلانک ثابت-$h = 1,054571628 .10^{-34} js$

$\hbar = h / 2\pi =$

په خلاکي د رڼا کي سرعت-$C^0= 2,99792458 . 10^8\ ms^{-1}$

دبولتزمن ثابت-$k= 1,3806504. 10^{23} j\ k^{-1}$

دغازونو عمومي ثابت$R= NAk = 8,314472 jk^{-1} .mol^{-1}$ -

دخلا نفوذ پذيري(permeability), $\mu_0= 4\pi . 10^{-7}\ NA^{-2}$

دخلااجازه(permittivity), $\varepsilon_0 = 8,854187816 . 10-12\ C^2 j^{-1} m^{-1}$
ورکول

د بور شعاع $a_0 = \varepsilon_0 h^2 / \pi\, m_e . e^2 = 0,521917720859\ .10^{-10} m$

مگنیتون بور $\mu_B = eh / 4\pi m_e = 9,72400915\ .\ 10^{-24}\ jT^{-1}$

د هستي مگنیتون $\mu_N = (m_e / m_p)\mu_B = 5,05078324\ .10^{-27}\ jT^{-1}$

د ازاد سقوط ستندرد تعجیل $g_n = 9,80665\ ms^{-2}$

د ځمکي د جاذبي ثابت $g = 6,67428.10^{-27}\ N\ .\ m^2\ kg^{-2}$

د اتومي کتلي واحد $U = 1,660538782.\ 10^{-27}\ kg$ -

د رد برگ ثابت $R_\infty = m_e\ .e^4 / 8h^3 C_0 \varepsilon_0^2$

$RT/F = 25,693\ mV$

useful Notation

1ev = $1,60218\ .\ 10^{-19} J = 96,485\ KJ / mol = 23,05\ kcal.mol^{-1}$ or to

the energy of a quantumof light of wevlength1240nm or wavenumer $8068 cm^{-1}$

Molar volium of ideal gas at $0C^0$ is $22,71108\ L.mol^{-1}$

$0C^0 = 273,15k$, $100C^0 = 373,15k$

angstrom = 10^{-10} m , note that ms^{-1} = (milliseconds)$^{-1}$

but $m.s^{-1}$ = meter per second

Region of the electromagnetic spectrum

Region	microwave	for infraaed	infrared	visible and UV
γ/ HZ	$10^9 - 10^{11}$	$10^{11} . 10^{13}$	$10^{13} - 10^{14}$	$10^{14} - 10^{16}$
λ| m	$3.10^{-1} - 3.10^{-3}$	$3.10^{-3} - 3.10^{-5}$	$3.10^{-5} - 6,9.10^{-7}$	$6,9.10^{-7} - 2.10^{-7}$
ω| Cm^{-1}	0,033 – 3,3	3,3 –330	330 – 14500	14500 – 50000
molecular process	rotation of polyatomic molecule	rotation of smal molecule	viborayion of flexible bonds	electronic transation

Base Units prefixes

SI Base Unites

length	meter	m
mass	kilograms	kg
time	Second	S
Electric current	Amper	A
Amount of substance	mole	mol

مشتق واحدونه

Frequency	hertz	$Hz = S^{-1}$
Force	Newton dyne	$N = m.kg .S^{-1}$ $dyne = 10^{-5}$ N
energy	joule	$j = N .m = kg .m^2 . S^2$
	erg =	$erg = 10^{-7} j$
electron volt		eV = 1,60218 .10-19 j
calorie		cal = 4,184j
	bar .L	barL = 100j
atomic unit	au	$4,35974394 . 10^{-18}$ j
power	wat	$w = j .S^{-1} =$ VA
Volume	liter	$L = 10^{-3} m^3$
Presser	pascal	Pa = N.m $Bar = 10^5$ Pa
	atomosphere	atm = 1,01325 bar Torr =(1/760) atm mmHg = Torr

electric charge coulomb $C = As$

electric potential - e..m .f - Volt		$V = jC^{-1}$
electric resistance	ohm	$\Omega = V.A^{-1}$
electric conductance	Siemens	$S = \Omega^{-1}$
electric capacitance	farad	$F = C.V^{-1}$
magnetic flux density	tesla	$T = VSm^{-2}$
	gaus	$G = 10^{-4}\ T$
inductance	henry	$H = V\ A^{-1}\ S$

electric dipole moments Colombmeter = C .m

debye $D = 3{,}3356 \cdot 10^{-30}$ C .m

magnetic moment $Am^2 = j\ T^{-1}$

Greek Alphabet

Alpha A (α)	E ta - H (η)
Beta B (β)	Theta- Θ (θ)
Gamma Γ(γ)	delta- Δ(δ)
Kappa κ (k)	Epsion - E ( )
Lamda Λ(λ)	Zeta - Z (ζ)
Nu N (ν)	Tau T (τ)
Phi Φ (ϕ)	Rho P(ρ)

Psi Ψ(ψ)

Omega Ω (ω)

Sigma Σ (σ)

Mu M (μ)

The Periodic Table of the Elements

1 H Hydrogen 1.00794																	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012182											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.0107	7 N Nitrogen 14.00674	8 O Oxygen 15.9994	9 F Fluorine 18.9984032	10 Ne Neon 20.1797
11 Na Sodium 22.989770	12 Mg Magnesium 24.3050											13 Al Aluminum 26.981538	14 Si Silicon 28.0855	15 P Phosphorus 30.973761	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.4527	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.0983	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.955910	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.9415	24 Cr Chromium 51.9961	25 Mn Manganese 54.938049	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933200	28 Ni Nickel 58.6934	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.61	33 As Arsenic 74.92160	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.80
37 Rb Rubidium 85.4678	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.90585	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.90638	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium (98)	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.90550	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.8682	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.60	53 I Iodine 126.90447	54 Xe Xenon 131.29
55 Cs Cesium 132.90545	56 Ba Barium 137.327	57 La Lanthanum 138.9055	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.9479	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.078	79 Au Gold 196.96655	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.3833	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98038	84 Po Polonium (209)	85 At Astatine (210)	86 Rn Radon (222)
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 Ac Actinium (227)	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (262)	106 Sg Seaborgium (263)	107 Bh Bohrium (262)	108 Hs Hassium (265)	109 Mt Meitnerium (266)	110 (269)	111 (272)	112 (277)	113	114				

				58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.90765	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium (145)	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.92534	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93032	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93421	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967
				90 Th Thorium 232.0381	91 Pa Protactinium 231.03588	92 U Uranium 238.0289	93 Np Neptunium (237)	94 Pu Plutonium (244)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)	100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobelium (259)	103 Lr Lawrencium (262)

Book Name	Physical Chemistry III (Chemical Kinetics & Catalysis Spectroscopy & Chromatography)
Author	Prof Dr Khair Mohammad Mamond
Publisher	Nangarhar Science Faculty
Website	www.nu.edu.af
No of Copies	1000
Published	2015, Second Edition
Download	www.ecampus-afghanistan.org

This Publication was financed by German Aid for Afghan Children, a private initiative of the Eroes family in Germany.

Administrative and Technical support by Afghanic organization.

The contents and textual structure of this book have been developed by concerning author and relevant faculty and being responsible for it. Funding and supporting agencies are not holding any responsibilities.

If you want to publish your textbooks please contact us:
Dr. Yahya Wardak, Ministry of Higher Education, Kabul
Office 0756014640
Email textbooks@afghanic.org

All rights reserved with the author.

Printed in Afghanistan 2015
Sahar Printing Press
ISBN: 978 9936 620 131

Message from the Ministry of Higher Education

In history,books have played a very important role in gaining, keeping and spreading knowledge and science;and they are the fundamental units of educational curriculum which can also play an effective role in improving the quality of Higher Education. Therefore, keeping in mind the needs of the society and today's requirements and based on educational standards, new learning materials and textbooks should be provided and published for the students.

I appreciate the efforts of the lecturers andauthors and I am very thankful to those who have worked for many years and have written or translated textbooks in their fields. They have offered their national duty and they have motivated the motor of improvement.

I also warmly welcome more lecturers to prepare and publish textbooks in their respective fields so that, after publication, they should be distributed among the students to take full advantage of them. This will be a good step in the improvement of the quality of higher education and educational process.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and standard learning materials in different fields in order to better educate our students.

Finally I am very grateful to the chief of German Committee for Afghan Children, Dr. Eroes, and our colleague Dr. Yahya Wardak who have provided opportunities for publishing textbooks of our lecturers and authors.

I am hopeful that this project should be continued and increased in order to have at least one standard textbook for each subject, in the near future.

Sincerely,

Prof. Dr. Farida Momand

Minister of Higher Education

Kabul, 2015

Publishing Textbooks

Honorable lecturers and dear students!
The lack of quality textbooks in the universities of Afghanistan is a serious issue, which is repeatedly challenging students and teachers alike. To tackle this issue we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. For this reason, we have published 176 different medical textbooks (95 books funded by DAAD, 80 books funded by kinderhilfe-Afghanistan) from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh and Kapisa medical colleges and Kabul Medical University. It should be mentioned that all these books have been distributed among the medical colleges of the country free of cost. Currently we are working to publish 20 more non-medical textbooks for Nangarhar University. All published medical & non-medical textbooks can be downloaded from www.ecampus-afghanistan.org

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-1014) states:
"Funds will be made available to encourage the writing and publication of textbooks in Dari and Pashtu. Especially in priority areas, to improve the quality of teaching and learning and give students access to state – of – the – art information. In the meantime, translation of English language textbooks and journals into Dari and Pashto is a major challenge for curriculum reform. Without this facility it would not be possible for university students and faculty to access modern developments as knowledge in all disciplines accumulates at a rapid and exponential pace, in particular this is a huge obstacle for establishing a research culture. The Ministry of Higher Education together with the universities will examine strategies to overcome this deficit."

The book you are holding in your hands is a sample of a printed textbook. We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers. Based on the request of Higher Education Institutions, there is the need to publish about 100 different textbooks each year.

As requested by the Ministry of Higher Education, the Afghan universities, lecturers and students, we extended this project to the non-medical subjects e.g. Science, Engineering, Agriculture and Economics.

I would like to ask all the lecturers to write new textbooks, translate or revise their lecture notes or written books and share them with us to be published. We will ensure quality composition, printing and distribution to the Afghan Universities free of charge. I would like the students to

encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.

It is worth mentioning that the authors and publishers tried to prepare the books according to the international standards but if there is any problem in the book, we kindly request the readers to send their comments to us or the authors in order to be corrected for future revised editions.

We are very thankful to **Kinderhilfe-Afghanistan** (German Aid for Afghan Children) and its director Dr Eroes, who has provided fund for this book. We would also like to mention that he has provided funds for 80 other medical textbooks in the past three years which are being used by the students of Nangarhar and other medical colleges of the country. Dr Eroes has made funds available for 20 additional books which are being printed now.

I am especially grateful to **GIZ** (German Society for International Cooperation) and **CIM** (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities for me during the past five years in Afghanistan.

In our ministry, I would like to cordially thank Minister of Higher Education Prof Dr Farida Momand, Academic Deputy Minister, Prof M Osman Babury and Deputy Minister for Administrative & Financial Affairs Prof Dr Gul Hassan Walizai, Acting Chancellor of Nangarhar University Prof Dr M Taher Enayat and lectures for their continuous cooperation and support for this project.

I am also thankful to all those lecturers that encouraged us and gave us all these books to be published and distributed all over Afghanistan. Finally I would like to express my appreciation for the efforts of my colleagues Hekmatullah Aziz, Ahmad Fahim Habibi and Fazal Rahim in the office for publishing books.

Dr Yahya Wardak
CIM-Expert & Advisor at the Ministry of Higher Education
Kabul/Afghanistan, June, 2015
Office: 0756014640
Email: textbooks@afghanic.org

Abstract

This book named “Physical Chemistry III” contains some important topics of chemistry such as chemical kinetics and catalyst, spectroscopy, mass spectroscopy, atomic spectroscopy, molecular spectroscopy, infra-red spectroscopy, electronic spectroscopy, radio spectroscopy, NMR spectroscopy and chromatography. These topics have played a decisive role in development of chemistry and modern chemical technologies. The laws of chemical kinetics help us estimate the life cycle of some chemical material found in nature such as rocks and other historical assets. By knowing the chemical composition of fossil, it is possible to calculate their age .Chemical composition of matter can be determined with the help of spectroscopy. In the mixture of chemical compounds the quantity and quality of each can be determined using different methods of chromatography. It can also help us in separating different components of the mixture from each other.

I am hopeful that most of the readers will benefit from this book.

Prof. Dr. Khair Mohammad Mamond.

د پوهاند دوکتور خیرمحمد ماموند چاپ شوي کتابونه:

۱-فزیکي کیمیا(III): کیمیاویکنتک، سپکتروسکوپي، کروماتوګرافي.هالینډ،اتریخت(۲۰۱۳ م کال).
۲-افغانستان د یرغلونو په لار کې.هالینډ،اتریخت(۲۰۱۱ م کال).
۳ – فزیکي کیمیا (II)، الکترولیتي محلولونه او الکتروکیمیا.هالینډ،اتریخت(۲۰۱۰ م کال).
۴ -د کیمیا قاموس.هالینډ،اتریخت(۲۰۰۷ م کال).
۵-فزیکي کیمیا (I).هالینډ،اتریخت(۲۰۰۵ م کال).
۶-عمومي کیمیا.هالینډ،اتریخت(۲۰۰۲ م کال).
۷-کیمیای عمومي وغیرعضوي.پولیتخنیک کابل(۱۳۴۷) هجری کال).
۸-کیمیای فزیکي،کارهای لابراتواري.پولیتخنیک کابل(۱۳۶۲هجری کال).
۹-فزیکي کیمیا،پوښتنې اوحل شوي مثالونه.پولیتخنیک کابل (۱۳۶۱ هجری کال).
۱۰ –کیمیای فزیکي، ممد درسي برای محصلان تکنالوژي کیمیا پولیتخنیک کابل(۱۳۵۹ هجری کال).
۱۱-کیمیای عمومي وغیرعضوي(کارهای لابراتواری). پولیتخنیک کابل(۱۳۴۸ هجری کال).
۱۲-کیمیای عمومي وغیرعضوی.پولیتخنیک کابل(۱۳۴۷ هجری کال).
۱۳-کیمیای عمومی وغیرعضویI(ترجمه). مسکو(۱۳۶۲هجری کال).
۱۴-کیمیای عمومی وغیرعضوی II(ترجمه). مسکو(۱۳۶۲هجری کال).
۱۵-د دولسم ټولګي کیمیا.دښوونکی دروزنې اکادمي کابل(۱۳۴۵هجری کال).
۱۶- د دولسم ټولګي بیالوژي.دښوونکی د روزنې اکادمي کابل (۱۳۴۵ هجری کال).
۱۷-دیولسم ټولګي فزیک. دښوونکی د روزنې اکادمي کابل (۱۳۴۴هجری کال).
۱۸-دلسم ټولګي کیمیا.دښوونکی دروزنې اکادمي کابل(۱۳۴۴هجری کال).

د کابل پولیتخنیک انستیتوت د کیمیاپه دیپارتمنت کې استاد مقررشویدی.پوهانددوکتورخیرمحمدماموند د ۱۳۶۴-۱۳۷۱ هجری کلونوپه موده کې د کابل پولیتخنیک د عمومي کیمیاد دیپارتمنت په سپارښتنه د عمومي او غیرعضوي کیمیا اوفزیکي کیمیاپه مضمونونوکې نهه (۹) درسي کتابونه لیکلي دي اوهم یې دفزیکي کیمیااوعمومي کیمیا مضمون تدریس کړی او په دې برخه کې یې د کابل پولیتخنیک او کابل پوهنتون د کیمیاپه دیپارتمنتونوکې د فزیکي کیماپه برخه کې د علمي څېړنولارښونه کړی ده چې د دې علمي څېړنونتایج د کابل پولیتخنیک او کابل پوهنتون په علمي مجلوکې چاپ شوي دي. پوهانددوکتورخیرمحمدماموندپر ۱۳۶۴ هجری کال کی د پوهاندۍ علمي رتبې ته اوپر ۱۳۷۰ هجری کال کی د ماموریت فوق رتبې ته ترفیع کړیده. خیرمحمدماموندپر ۱۳۵۷ هجری کال کی د کابل پولیتخنیک پوهنتون رئیس مقررشوی او پر۱۳۵۸ هجری کال د جدي د میاشتې پرشپږمه نېټه پر افغانستان باندې د شوروي دیرغل سره په هیوادکې د رامنځته شویوشرایطو سره دتضاد په وجه یې د دغه پوهنتون د ریاست له مقام څخه په خپله خوښه استعفیٰ کړی ده. دشوروي اتحاد دعلوموداکادمۍ او د دغه هیواد د پوهنتونوپه علمي مجلوکې د چاپ شویو علمي مقالوپه ګډون د پوهانددوکتورخیرمحمدماموند ۳۸عنوانه علمي اثار چاپ شوي دي چې له دغې ډلې څخه د ۱۸عنوانه درسي کتابونو لست لاندې ورکړل شویدی.هیله ده چې په نژدې راتلونکی کې د فزیکي کیمیا (III)په نوم درسي کتاب هم د ګرانوهیوادوالو خدمت ته وړاندې شي.

پوهاند دوکتور خیرمحمد ماموند

د پوهاند دوکتور خیرمحمد ماموند لنډه پېژندنه

خیرمحمد ماموند د محترم مظلوم خان ځوی پر۱۳۲۱ هجري کال د کونړولایت د مرکزاړوند د تېشې په کلي کې زېږېدلی دی.نوموړی پر ۱۳۲۷هجری کال د کونړولایت دمرکز- چغهال سرای(اسعدآباد) په لمړني ښونځي کې شامل او په ۱۳۳۳ هجری کال له دغه ښوونځي څخه د فارغېدووروسته په کابل کې د ابن سینا د منځني ښونځي په اوم ټولګي کې شامل او پر ۱۳۳۶هجری کال د دغه ښونځي د نهم ټولګي څخه د فارغېدو وروسته دکابل دارالمعلمین په لسم ټولګي کې شامل شویدی. دکابل دارالمعلمین د هغه وخت د مقرراتوسره سم خیرمحمدماموند د یولسم ټولګي د نمروپر اساس د مشرقي ولایت د ممتاز شاګرد په توګه د هیواد د نورو ولایتونو د ممتازو شاګردانو(ټول اتلسو تنو) سره یوځای د کابل دارالمعلمین د فاکولتې د ځانګې په دولسم ټولګي کې شامل او پر ۱۳۳۹هجری کال د کابل دارالمعلمین له دولسم ټولګي څخه د فارغېدو وروسته پر ۱۳۴۰ هجری کال کی د کابل پوهنتون د طبیعي علوموپه پوهنځي کې د کیمیا او بیالوژي په څانګه کې شامل شوی اوپر ۱۳۴۳ هجری کال له دغه پوهنتون څخه د فارغېدو وروسته په کابل کې د ښونکو د روزنې په اکادمی‌کې د طبیعي علومو د متخصص سره د کونترپارت په توګه مقررشویدی.ماموند د ښونکو د روزنې په اکادمی‌کې(۱۳۴۴-۱۳۴۶ هجری) د یونسکو د ځانګړي درسي پروګرام سره سم د کیمیا ، بیالوژي، او فزیک د مضمونونو د تدریس تر څنګ د لسم ټولګي کیمیا ، یولسم ټولګي فزیک، دولسم ټولګي کیمیا اود دولسم ټولګي د بیالوژي کتابونه لیکلي دي.خیرمحمدماموندپر ۱۳۴۶ هجری‌کال‌کې د ځانګړی‌کانکور امتحان له لارې د کابل پولیتخنیک انستیتوت د کیمیاپه دیپارتمنت کې اسستانت (نامزدپوهیالی)مقررشوی او پر ۱۳۴۸ هجری کال د کابل پوهنتون لخوا د لوړو زده کړو د بشپړولولپاره شوروي اتحاد ته استول شویدی.ماموند د شوروي اتحاد د خارکوفپه دولتي پوهنتون کې پر ۱۳۵۱ هجری کال د ماستری‌دیپلوم اخستی اوبیایې پر ۱۳۵۴ هجری کال کی د داکتری (PhD)دتېزس څخه دفاع کړې اود همدغه کال د میزان په میاشت کې خپل هیواد ته راستون او بیر ته