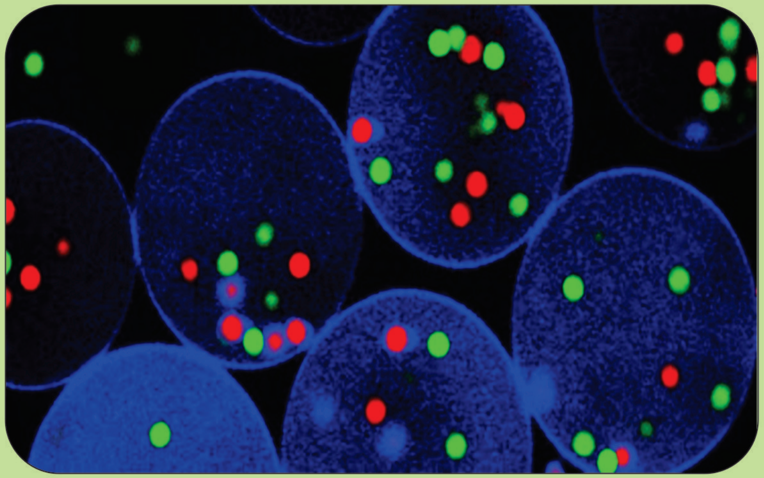
ساینس پوهنځی

Science Faculty

Afghanic

فزيكي كيميا I

گازونه او كيمياوي ترموديناميک



پوهاند دوکتور خير محمد ماموند

۱۳۹۶

پلورل منع دی

فزيكي كيميا I
گازونه او كيمياوي ترموديناميک

Physical Chemistry I
Gasses & Chemical Thermodynamics

پوهاند دوکتور خير محمد ماموند
۱۳۹۶

Prof Dr Khair Mohammad Mamond

Physical Chemistry I

Gasses & Chemical Thermodynamics

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

ISBN 978-9936-620-41-4

Not for Sale

2017

فزيكي كيميا I

گازونه او كيمياوي ترموديناميک

پوهاند دوکتور خير محمد ماموند

افغانیک
Afghanic

Science Faculty
ساینس پوهنځی

Pashto PDF
2017

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

Physical Chemistry I

Gasses & Chemical Thermodynamics

Prof Dr Khair Mohammad Mamond

Download:
www.ecampus-afghanistan.org

بسم الله الرحمن الرحیم

فزيکي کيميا I
ګازونه او کيمياوي ترموديناميک

پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند

دوهم چاپ

دغه کتاب په پي ډي ايف فارمټ کې په مله سي ډي کې هم لوستلی شئ:

د کتاب نوم　فزیکي کیمیا I (گازونه او کیمیاوی ترمودینامیک)

لیکوال　پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند

خپرندوی　ننگرهار پوهنتون، ساینس پوهنځی

ویب پاڼه　www.nu.edu.af

د چاپ کال　۱۳۹۶، دوهم چاپ

چاپ شمېر　۱۰۰۰

مسلسل نمبر　۲۴۰

ډاونلوډ　www.ecampus-afghanistan.org

چاپ ځای　سهر مطبعه، کابل، افغانستان

دا کتاب د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې، په جرمني کې د Eroes کورنۍ یوې خیریه ټولنې لخوا تمویل شوی دی.

اداري او تخنیکي چارې یې په آلمان کې د افغانیک لخوا ترسره شوي دي.

د کتاب د محتوا او لیکنې مسئولیت د کتاب په لیکوال او اړونده پوهنځي پورې اړه لري. مرسته کوونکي او تطبیق کوونکي ټولنې په دې اړه مسؤلیت نه لري.

د تدریسي کتابونو د چاپولو لپاره له موږ سره اړیکه ونیسئ:

ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت، کابل

تېلیفون　۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ایمېل　textbooks@afghanic.de

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي.

ای اس بي ان　۹۷۸-۹۹۳۶-۶۲۰-۴۱-۴

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 درسي 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 کړي، چې 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 درسي مواد برابر او چاپ کړي.

په پای کې د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې او زموږ همکار ډاکتر یحیی وردک څخه مننه کوم چې د دې کتاب 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 سرپرست وزیره

کابل، ۱۳۹٦

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 نویو 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.

تر اوسه پورې موږ د ننګرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ، البیروني، کابل،کابل طبي پوهنتون او کابل پولي تخنیک پوهنتون لپاره ۲۵۰ عنوانه مختلف درسي کتابونه د طب، ساینس، انجنیري، اقتصاد، ژورنالیزم او زراعت پوهنځیو (۹٦ طبي د آلمان د علمي همکاریو ټولنې DAAD، ۱۴۰ طبي او غیر طبي د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې Kinderhilfe-Afghanistan، ٦ کتابونه د آلماني او افغاني پوهنتونونو ټولنې DAUG، ۲ کتابونه په مزار شریف کې د آلمان فدرال جمهوري جنرال کنسولګري، ۱ کتاب د Afghanistan-Schulen، ۱ د صافي بنسټ لخوا، ۱ د سلواک ایډ او ۳ نور کتابونه د کانراد ادناور بنسټ) په مالي مرسته چاپ کړي دي.

د یادونې وړ ده، چې نوموړي چاپ شوي کتابونه د هېواد ټولو اړونده پوهنتونونو او یو زیات شمېر ادارو او مؤسساتو ته په وړیا توګه وېشل شوي دي. ټول چاپ شوي کتابونه له www.afghanistan-ecampus.org ویب پاڼې څخه ډاونلوډ کولای شئ.

دا کړنې په داسې حال کې تر سره کېږي چې د افغانستان د لوړو زده کړو وزارت د (۲۰۱۰ - 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."

موږ غواړو چې د درسي کتابونو په برابرولو سره د هیواد له پوهنتونونو 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 ایډېټ او د چاپ لپاره تیار کړي، زمونږ په واک کې یې راکړي چې په ښه کیفیت چاپ او وروسته یې د اړوند پوهنځیو، استادانو او محصلینو په واک کې ورکړو. همدارنګه د یاد 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 مؤلفینو 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 مؤلف او یا مونږ ته په لیکلې بڼه راولیږي، تر څو په راتلونکي چاپ کې اصلاح شي.

له 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 تر دې مهاله د ننګرهار پوهنتون د ۱۴۰ عنوانه طبي او غیرطبي کتابونو د چاپ لګښت پر غاړه اخیستی دی.

په ځانګړې توګه د جي آی زیټ (GIZ) له دفتر او CIM (Center for International Migration & Development) څخه، چې زما لپاره یې له ۲۰۱۰ نه تر ۲۰۱٦ پورې په افغانستان کې د کار امکانات برابر کړي وو، هم د زړه له کومې مننه کوم.

د لوړو زده کړو له سرپرست وزیرې پوهنوال دوکتور فریده مومند، علمي معین پوهنمل دیپلوم انجنیر عبدالتواب بالاکرزی، مالي او اداري رئیس احمد طارق صدیقي، د ننګرهار پوهنتون رئیس، د 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 مؤلف 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، فهیم حبیبي او فضل الرحیم بریال څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ په برخه کې یې نه ستړې کیدونکې هلې ځلې کړې دي.

ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت سلاکار
کابل، مې ۲۰۱۷
د دفتر ټیلیفون: ۰۷۵٦۰۱۴٦۴۰
ایمیل: textbooks@afghanic.de

عنوان	مخ
1- سریزه	1
2- یو شمیر مهم اصطلاحات او مفاهیم	3
3- لومړي فصل گازات ایدیال گازات	4
4- د گازاتو گډوله دگاز جزي فشار	8
5- د گازاتو کنتیکي نظریه	12
6- د گاز دمالیکولو سرعت	15
7- د گاز دمالیکولو ټکرونه	20
8- حقیقي گازات	23
9- د گازاتو د انقباض فکتور	24
10- د گازاتو مایع کول	26
11- دویم فصل کیمیاوي ترمودینامک انرژي تودوخ ه کار	55
12- د ترمو دینامک لومړي قانون	56
13- د ایزو ترمک جریان انبساطي کار	59
14- د ادیاباتک جریان انبساطي کار	61

عنوان	مخ
14- د ایزو خاریک جریان انبساطي کار	62
15- د ایزوبارک جریان انبساطي کار	64
16- انتالپي	65
17- د موادو د تودوخي ظرفیت	78
18- د تودوخي متوسط ظرفیت	81
19- ترمو کیمیا	89
20- د هس قانون	90
21 – د کیمیاوي موادو دجوړیدو تودوخه	91
22- د کیمیاوي موادو د سوزیدو تودوخه	94
23- د کیمیاوي اړیکو انرژي	101
24- د ترمو دینامک دویم قانون	111
25- انتروپي	113
26- د ترمو دینامک دریم قانون	122
27- د کیمیاوي تعامل انتروپي	124

عنوان	مخ
28- د هلمهولتز انرژي	131
29- د گبس انرژي	134
30- د اعظمي کار معادلات د گبس هلمهولتز معادلات	139
31 - کيمياوي تعادل	149
32- کيمياوي پوتانسيل	162
33- د خالصو کيمياوي موادو فازي اوښتون د کلا پيرون کلاوزوس معادله	167
34- د خالصو کيمياوي موادو د تبخير يا براس کيدو عمليه	170
35- د خالصو کيمياوي موادو دويلي کيدو عمليه	174
36- په غير متجانس سستم کي بين الفازي تعادلات	178
37- د گبس د فازونو قاعده	180
38- د سستم د حالت دياگرام	183
39- د يو کمپوننته سستم دحالت دياگرام	184
40- د اوبو دحالت دياگرام	184
41- د سلفر دحالت دياگرام	186

مخ	عنوان
188	42- څلورم فصل محلولونه
189	43- د مایع جوړښت
190	44- د محلول په هکله نظریات
192	45- ایډیال محلولونه
193	46- د ایدیال محلول د براس فشار
195	47- حقیقي محلولونه
201	48- د ګپس کانووالوف دویم قانون
202	49- د ګپس کانووالوف لومړي قانون تدریجي تقطیر
204	50- کریوسکوپي
205	51- په مایع کي د ګاز پر حل کیدو د فشار تاثیر
206	52- په مایع کي دګاز پر حل کیدو د تودوخي تاثیر
208	53- په مایعاتو کي دجامداتو پر حل کیدو د تودوخي توثیر
209	54- په مایع محلل کي دجامدي مادي پر انحلال د فشار اثر

عنوان	مخ

55- د کیمیاوي موادو دخواصو او جوړښت د څېړني فزیکي - کیمیاوي متودونه	209
56- حرارتي تحلیل	210
57-د جامد او مایع سستمونو دحالت دیا گرام	212
58- د ایزو مورف موادو د ذوب دیاگرام	212
59- د غیر ایزومورف موادو دذوب دیاگرام	218
60- دمایعاتو محدود حل کیدل	231
61- د دري کمپوننته سستم د متقابل انحلال دیا گرام	235 -
62 – په خپل منځ کي د دري مایع موادو د محدود انحلالیت دیاگرام	237
63- په خپل منځ کي په دوه نه حل کیدونکي مایعاتو کي	
د دریمي مادي دحل کیدو ضریب	240
64- د محلول څخه دحل شوي مادي اکسترکشن (جدا کول)	242

سریزه

فزیکي کیمیا د کیمیا یوه ډیره مهمه برخه ده. په فزیکي کیمیا کې د کیمیا قوانین او کیمیاوي پیښې (پدیدې) د فزیک د قوانینو په مرسته ثبوت او تشریح کیږي . د کیمیاوي موادو جوړښت، کیمیاوي ترمودینامیک، کیمیاوي کنتک او کتلستونه، محلولونه او الکتروکمیا، کالوئیدي کیمیا ، فوتو کیمیا او رادیو کیمیا د فزیکي کیمیا د مهمو څانگو څخه دي. په پر مخ تللیو هیوادو کې د فزیکي کیمیا نوموړې څانگې دومره پراخه شوي دي چې هره څانگه په خپل وار څو څانگې لري. نن ورځ د عضوي کیمیا , غیر عضوي کیمیا ، تحلیلي کیمیا او د ژوند دکیمیاوده او پرمختگ د فزیکي کیمیا په پر مختگ او لاس ته راوړنو پورې اړه لري. د کیمیاوي موادو د جوړښت او خواصو د څیړنو او هم د کیمیاوي موادو د پیژندنې معاصر متودونه په فزیکي کیمیا کې مطالعه او څیړل کیږي.

که څه هم فزیکي کیمیا د کیمیا د نورو برخو په پرتله ډیر کم عمر لري خو بیا هم د پر مخ تللیو هیوادو په پوهنتونو او د علمي څیړنو په مرکزونو کې دغه کیمیا د سلو کالو څخه د زیاتې مودې راهیسې تدریس او د کیمیا د ټولو برخو په علمي څیېړنو کې ورڅخه کار اخستل کیږي. زمونږ په گران هیواد افغانستان کې د فزیکي کیمیا تدریس د ۱۳۵۳ کال راوروسته د کابل پولي تخنیک انستیتوت د کیمیا په دیپارتمنت کې شروع شوی دی. ددې مضمون لمړی استاد روسي پروفیسور اانتیپینا ده . د پروفیسر انتیپینا څخه وروسته پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند لومړي افغان کیمیا پوه دي چي د 1355 - 1371 کالو په موده کي د کابل پولیتخنیک په انستیتوت کي د فزیکي کیمیا تدریس او په دغه برحه کي د علمي څیړنو لار ښو ونه ئ کړي او هم ئ د هیواد د لوړوزده کړود موسسو دپاره د فزیکي کیمیا د استادانو په روزنه کي فعاله ونډه اخستي ده . محترم پوهنوال دوکتور محمد صدیق امیري د کابل پوهنتون د کیمیا د انستیتوت امر او محترم پوهنوال سید الرحمن نوري د کابل پولي تخنیک دکیمیا د دیپارتمنت امر د هغه استادانو په ډله کي راځي چي د 1355 څخه تر 1371 کالو کي ئ دکابل پولیتخنیک انستیتوت د کیمیا د دیپارتمنت د فزیکي کیما په څانگه کي لوړې علمي رتبي لاسته راوړي او اوس دگران هیواد د لوړو زده کړو په موسسو کي په خدمت بخت دي د ۱۳۵۵ څخه تر ۱۳۷۱ کالو په موده کې پوهاند ماموند په فزیکي کیمیا کې لاندي درسي کتابونه تألیف کړي دي.

۱ – کیمیای فزیکی « ممد درسی برای محصلان رشته تکنالوژی کیمیا» . دا کتاب د فزیکي کیمیا لمړی کتاب دی چې په دري ژبه لیکل شوی او د فزیکي کیمیا ځانگړي اصطلاحات په لومړي ځل په دې کتاب کې رامنځ ته شوي دي.

۲ – فزیکي کیمیا «پوښتنې او حل شوي مثالونه». دا کتاب هم په فزیکي کیمیا کې لمړې کتاب دی چې په پښتو ژبه لیکل شوی دی.

۳ – کیمیای فزیکې «کار های لابراتواري» .

پورتني درسي کتابونه د پخواني شوروي اتحاد د لوړو زده کړو د مؤسسو د درسي کتابو او پروگرامو په رڼا کې لیکل شوي دي. او دا دې د فزیکي کیمیا(1) په نامه یو نوی کتاب چې د پخواني شوروي اتحاد او ننی غربي نړۍ د پوهنتونو د فزیکي کیمیا پروگرام اود کتابو محتوی ته پکې پاملرنه شوې د کرانوهیوادوالو

خدمت ته وړاندي کيږي . هيله ده چي په راتلونکي کي د فزيکي کيميا(11) او فزيکي کيميا (111)
کتابونه هم د ګرانو هيواد والو خدمت ته وړاندي شي
په اخر کي د ډاکتر ترون (جليلي) او انجينر زمرک (ماموند) څخه چي ددي کتاب په تا ليف کي ئ پراخه
تخنيکي مرسته کړي د زړه له کومي مننه کوم
په درناوي مؤلف

یو شمیر مهم اصطلاحات او مفاهیم

ترمو دینامیکي سستم , دسستم خواص, د سستم دحالت معادله:

په ترمو دینامیک کې سیستم د مادي جهان یوه برخه یا یو شی وي چې د هغه ذرات په خپل منځ کې متقابل تاثیرات لري ولې د نور جهان یا نورووشیانو څخه جلا قیاس او مطالعه کیږي. د ترمودینامیک پر اساس د سیستم خواص په دوه ډوله دي.

۱ – **جمع کیدونکي یا (extensive) خواص**: کتله، عمومي حجم، داخلي انرژي ، انتالپي، د گبس انرژي (آزاده انرژي) او نور د جمع کیدونکو خواصو له ډلې څخه دي. مثلاً که دوه سیستمونه سره یو ځای شي او یو نوی سیستم منځ ته راوړي د دې نوي سیسیتم کتله به ددغه دوه یو ځای شویو سیستمونو د کتلو د مجموعې سره مساوي وي.

۲ – مساوي کیدونکي (intensive) خواص : فشار، د تودوخې درجه، کثافت ، غلظت او نور د مساوي کیدونکو خواصو له ډلې څخه دي. یعنې کله چې دوه سیستمونه سره یو ځای او یو نوی سیستم منځ ته راوړي دغه خواص د نوي سیستم په هره نقطه کې مساوي یا یو شان کیږي. که یو سیستم د یو فاز څخه جوړ وی نو یو فازه یا متجانس سیستم او که یو سیستم د څو فازونو څخه جوړ وي نو څو فازه یا د غیر متجانس سیستم په نامه یادیږي. د یو سیستم هغه برخه چې د هغې په هره نقطه کې ټول کیمیاوي او فزیکي خواص یو شان (مساوي) وي او د دغه سیستم د نورو برخو څخه د لید وړ بین الفازي پولو یا سرحداتو په واسطه جدا شوي وي (په بین الفازي سرحداتو کې ترمودینامکې خواص غوڅ توپیر پیدا کوي). یو فاز جوړوي. مثلاً په اوبو کې داو بو د کنګل ټوټې او پر سر ئې د اوبو بړاس درې فازه یا غیر متجانس سیستم دی. دلته مایع اوبه یو فاز، کنګل بل فاز او د ا بو بړاس دریم فاز دی. د کنګل کثافت د مایع اوبو څخه کم دی او د بړاس کثافت هم د کنګل او هم د مایع اوبو د کثافت څخه غوڅ توپیر لري. د مایع اوبو په هره نقطه کې کثافت یو شی دی. د کنګل د هرې ټوټې کثافت هم یو شی دی. او هم د بخار د ټولو نقطو کثافت سره برابر دی. د یو سیستم ټول کیمیاوي او فزیکي خواص(د سیستم ترمودینامیکي پارامیترونه) د هغه سیستم حالت تعینوي دا چې مادې پیښې په دې یا هغه شکل یو د بل سره اړیکي لري پس د سیستم ترمودینامیکي پارامترونه نشي کیدای یو د بل څخه کاملا مستقل اوسي. که د دغه خواصو له ډلې څخه یو ئې تغیر وکړي نو د سیسیتم حالت تغیبر کوي. دا پیښه د ترمودینامیکي جریان په نامه یادیږي په ترمودینامک کې معمولاً د سیستم تعادلي حالت مطالعه کیږي. هغه حالت چې په هغې کې د سیستم بعضي خواص لکه فشار، د تودوخې درجه، الکتروستاتیکي پوتانسیل او نور د سیستم د ټولو فازونو په هر نقطه کې یو شی وي او د وخت په تیریدو سره تغیر و نه کړي د سیستم د تعادلي حالت په نامه یادیږي. په تعادلي حالت کې د سیستم ټول خواص معین قیمتونه لري. دا چې د سیستم د خواصو تر منځ مقدا ري ارتباط موجود دی نو د سیستم د حالت د تعینولو دپاره د هغه سیستم د ټولو خواصو پیژندل ضرور نه بلکه د یو کم شمیر خواصو په مرسته

کیدای شي چې د سیستم نور خواص معلوم او د سیستم حالت تعنین شي. د سیستم یو شمیر خواص لکه د تودوخې درجه ، فشار، کتله حجم، غلظت او نور چې په اسانۍ اندازه او تغیر ورکول کیدای شي او د هغوئ په مرسته د سیستم نور خواص معلومیږي، د سیستم د حالت د معادلې د مستقلو متحولونو یا د حالت د معادلې د پارامترونو په نامه یادیږي. د ریاضي هغه معادله چې د سیستم د حالت دپارامترونو تر منځ مقداري ارتباط ښئ د سیستم د حالت د معادلې په نامه یادیږي. د سیستم د حالت د معادلې د پارامترونو د ډلې څخه د سیستم کیمیاوي مقدار یا د مولونو شمیر n ، حجم v، فشارp او د تودوخې درجه T د اساسي پارامترونو په نامه یادیږي که د سیستم د حالت اساسي پارامترونه په پام کې ونیول شي نو د ایدیال ګاز د حالت معادله داسې شکل لري

$$PV = nRT \quad \ldots\ldots\ \ \ldots\ \ \ldots \quad (1\text{-}1)$$

دلته n دګاز د مولونو شمیر Rد ګازاتو عمومي ثابت،P د ګاز فشار اوV د ګاز حجم ښئ. ښکاره خبره ده چې د لوړ فشار لاندې او د تودوخې په ټیټه درجه کې دغه معادله د ګازاتو د حالت د تعین دپاره دقیق نتایج نه ورکوي. دا ځکه چې په دغسې شرایطو کې د ګاز د مالیکولو کنیتکې انرژي کمه او د مالیکولو تر منځ متتقابل تاثیرات دومره شدید وي چې د هغې څخه صرف نظر نشي کیدای یعنې په دې شرایطو کې ګاز ایدیال ګاز نه بلکه حقیقي ګاز بلل کیږي. د تودوخې د درجې د لوړیدو سره د مالیکولو کنتیکي انرژي ($E= 3/2\ RT$) هم زیاتیږي.د تودوخې په یوه معینه درجه کې (د تودوخې دا درجه د هرې کیمیاوي مادې دپاره فرق کوي) د مالیکولو متوسطه کنتیکي انرژي او د مالیکولو تر منځ د متقابل جذب پوتانسیلي انرژي سره مساوي کیږي. د تودوخې دغه درجه د مربوطه مادې د بحراني درجې په نامه یادیږي. که د یو ګاز د تودوخې درجه د هغه ګاز د بحراني درجې څخه لوړه شي نو دلته دغه ګاز د فشار په لوړولو سره په مایع نشي اوښتلای. هر څومره چې د یو ګاز د تودوخې درجه د هغه ګاز د بحرانې درجې څخه لوړیږي په همغه اندازه نوموړی ګاز د ایدیال حالت ته نژدې کیږي.

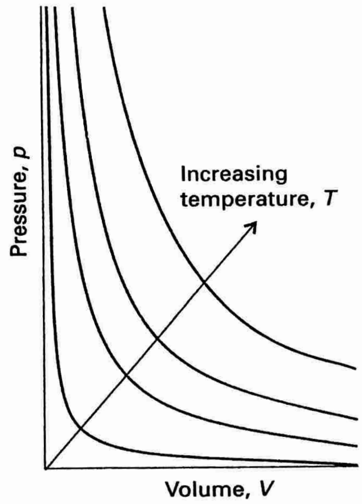
لومړی فصل

ګازات

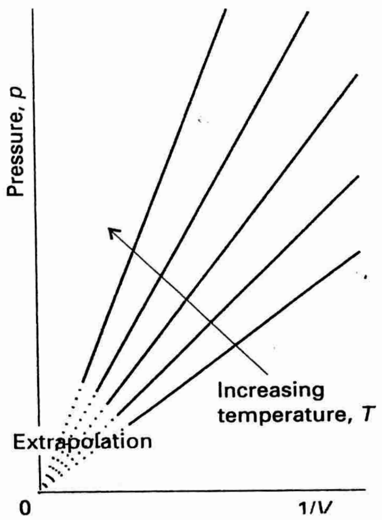
۱-۱-ایدیال ګازات

ایدیال ګاز کومه معینه ماده نه ده بلکه هغه ګازات چې د ټیټ فشار لاندې او د تودوخې درجه ئې لوړه وي د داسې ګازاتو مالیکولونه یو له بل څخه ډیر لیرې وي. دلته د مالیکولو تر منځ د جذب او دفع متقابل تاثیرات ډیر کم او د صرف نظر کولو وړ وي. همدا ډول د ګاز حجم دومره زیات وي چې د هر مالیکول د ذاتي حجم څخه د ګاز د عمومي حجم په پرتله صرف نظر کیدای شي. په داسې شرایطو کې د هرې کیمیاوي مادې ګاز د ایدیال ګاز په نامه یادیدلای شي. د ایدیال ګاز د حالت د معادلې (1-1) څخه معلومیږي چې که د تودوخې درجه ثابته پاتې شي نو د فشار د لوړیدو سره د ګاز حجم کم او بر عکس د فشار د کمیدو سره د ګاز

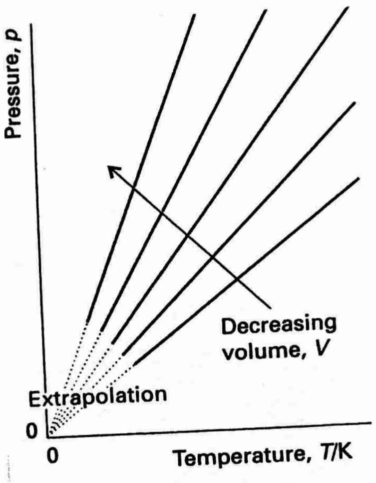
حجم زیاتیږي. یعنې په ایزوترمیک شرایطو کې د فشار او حجم مقداري ارتباط (P=const / V) څخه یو منظم هایپربولا لاس ته را ځی (4-1- ش.) . د تودوخې په مختلفو درجو کې د ایدیال ګاز د فشار (P) او حجم (V) مقداري ارتباط په (1-1) شکل کې او د فشار (P) او (1 / V) ارتباط په (1-2) شکل , د تودوخې د درجې (T) او فشا ر (P) ارتباط به (1-3) شکل او د کاربندای اکساید ایزوترم په (1-4) شکل کې ښودل شوی دی .



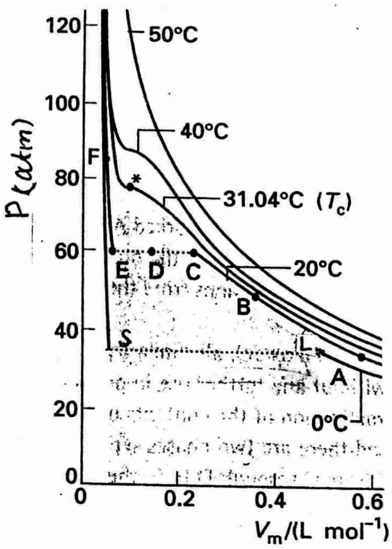
(1-1) : د ایدیال ګاز د معین مقدار (n = const) د فشار : او حجم ارتباط د تودوخې په مختلفو درجو کې



(1-2) شکل: د ایدیال ګاز دمعین مقدار د p او (1/V) ارتباط .



(1-3) شکل : د ایدیال ګاز د معینې کتلې (n = const) د تودوخې درجې او فشار ارتباط



(1-4 شکل) : د کاربندای اکساید ایزوترمونه د تودوخې په 50c̊, 40c̊, 31c̊ , 20c̊, 0c̊ درجوکې

د (1-4) شکل ښخه معلومیږي چې د سانتیګراد د صفر او شلو درجو ایزوترمونه هایپربولا نه بلکه منکسر خطونه دي. په شکل کې ښکاري چې په ابتدا کې د حجم کمول د فشار د زیاتیدو سبب ګرځي. د صفر درجې د ایزوترم (A منحني) ښخه معلومیږي چې که د کاربندای اکساید مولي حجم (Vm) تر 0,5 L کم کړو نو د هغې فشار تقریباً 3,5atm ته لوړیږي او د L په نقطه کی دغه ګاز په مایع کیدو شروع کوي. د مایع کیدو په وخت کې د ګاز حجم په خپله کمیږي او د فشار لوړولو ته ضرورت نشته نو ځکه د صفر پر ایزوترم د LS قسمت او د شلو درجو پر ایزوترم د CE قسمت د حجم د محو رVm سره موازي دی. د صفر پر ایزوترم دS په نقطه کې او د شلو درجو پر ایزو ترم د E په نقطه کې د ګاز مایع کیدل ختمیږي. له دې وروسته په ډیریه کمه اندازه د مایع کاربندای اکساید د حجم د کمولو دپاره ډیر زیات فشار په کار دی.نوځکه د S او E د نقطو نه وروسته دواړه ایزوترمونه نیغ ولاړ خطونه جوړوي. د (4-1) شکل ښخه معلومیږي چې د ایزوترمو افقي قسمتونه د تودوخې د د درجې د لوړیدو سره کوچنی‌کیږي (CE < LS) او بالاخره دغه قسمت د 31,04c̃ پر ایزوترم په یوه نقطه (*) بدلیږي. د31,04c پر ایزوترم د (*) نقطه د بحراني نقطې په نامه د 31,04c̃ درجه د بحراني درجې په په نامه او د (*) نقطې مطابق فشار او حجم د کاربندای اکساید د بحراني فشار او بحراني حجم په نامه اوپه(*) نقطه کې د کاربندای اکساید حالت د بحراني حالت په نامه یادیږي. د (1-4) شکل ښخه معلومیږي چې د تودوخې درجه چې هر څومره لوړیږي د لاس ته راغلي ایزوترم شکل منظم هایپربولاته ورته کیږي.

د پورتني مثال اود یو شمیر زیاتو تجربي معلوماتو ښخه ښکاري چې د ایدیال ګاز د حالت معادله د تودوخې او فشار په پراخه واټن کې د حقیقي ګازاتو دپاره د تطبیق وړ نه ده.

د ایدیال ګاز د حالت د معادلې (1-1) په مرسته کولای شو چې د یو ګاز مولي حجم په لاندې ډول پیدا کړو.

$$Vm = \frac{V}{n} = \frac{nRT/p}{n} = \frac{RT}{p} \qquad (1\text{-}2)$$

د ایدیال ګاز د حالت د معادلې(1-1) ښخه معلومیږمي چې د ګاز د یوې معینې کتلې حجم او فشار دواړه د تودوخې د درجې سره مستقیم تناسب لري مګر د تودوخې په یو معینه درجه کې د ګاز د همدغې کتلې حجم او فشار یو د بل سره معکوس تناسب لري.

د یو مول (n = const) ګاز حجم او فشار د تودوخې په T_1 درجه کې V_1 او P_1 او د تودوخې په$T2$ درجه کې V_2 او P_2 ښیوو.

اوس د (1-1) معادلې پر بنسټ لیکو :

$$P1 \,.\, V1 = R\,T1 \quad , \quad (P1 \,.\, V1) / T1 = R$$

$$P_2 \,.\, V_2 = R\,T_2 \quad , \quad (P_2 \,.\, V_2) / T_2 = R$$

$$(P_1 \,.\, V_1) / T_1 = (P_2 \,.\, V_2) / T_2 \qquad .....(1-3)$$

(1-3) معادلې په مرسته کولای شو چې د یو ګاز د یوې معینې کتلې (n=const)حجم ، فشار او د تودوخې د درجې اندازه په مختلفو شرایطو کې پیدا کړو.

مثال: یو ګاز چې حجم ئې (0,0 1 5) لیتره د ی د تودوخې د 2 5°c درجو څخه تر 1000°c درجو پورې ګرم شوی او په نتیجه کې د دغه ګاز فشار 10 Kpa څخه 150 Kpa ته لوړ شوي دي . د نوموړي ګاز آخري حجم څو دی.

حل:

د (1-3) معادلې په اساس لیکو چې:

$$V_2 = (P_1 . V_1 . T_2) / T_1 . P_2$$

$$V_2 = (1 0 \text{ Kpa}.\ 15 \text{ ml} .\ 1273 \text{ K}) / 298 \text{ K} .\ 150 \text{ Kpa} = 4.272 \text{ ml}$$

د ایدیال ګاز د حالت په معادله کې R د ګازاتو د عمومي ثابت په نامه یادیږي د R عددي قیمت په نارمل شرایطو (P=1 atm , T=2 7 3 K) کې د یو مول ګاز د حجم (2 2,4 L) په نظر کې نیولو سره داسې حسابیږي:

$$R = (P . V) / nT = (.\ 1 \text{ atm} .\ 22,4 \text{ L}) / 1 .\ 273 \text{ K} =$$

$$= 0 0 8 2 \text{ L .atm K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

د انرژۍ په مختلفو واحدونو د (R) قیمت په (1-2) جدول کې، د فشار مختلف واحدونه په (1-1) جدول کې او د یو شمیر ګازاتو مولي حجمونه په ستندرد شرایطو (P=1 atm , T=2 98K) کې په (1-3) جدول کې ورکړل شوی دی.

(1-1) جدول : د فشار واحدونه

Name	Symbol	Value
pascal	1 Pa	1 N m^{-2}, 1 kg m^{-1} s^{-2}
bar	1 bar	10^5 Pa
atmosphere	1 atm	101 325 Pa
torr	1 Torr	(101 325/760) Pa = 133.32 ... Pa
millimetre of mercury	1 mmHg	133.322 ... Pa
pound per square inch	1 psi	6.894 757 ... kPa

(1-2) جدول: د R قیمت د انرژي په مختلفو واحدونو

R
8.31451 $J\ K^{-1}\ mol^{-1}$
8.20578 × 10^{-2} $L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}$
8.31451 × 10^{-2} $L\ bar\ K^{-1}\ mol^{-1}$
8.31451 $Pa\ m^3\ K^{-1}\ mol^{-1}$
62.364 $L\ Torr\ K^{-1}\ mol^{-1}$
1.98722 $cal\ K^{-1}\ mol^{-1}$

(1 – 3) جدول: د ګازاتو مولي حجمونه

$(t = 25^{\circ}C\ ,\ p = atm)$

Gas	V_m/L mol^{-1}
Perfect gas	24.79
Ammonia	24.8
Argon	24.4
Carbon dioxide	24.6
Nitrogen	24.8
Oxygen	24.8
Hydrogen	24.8
Helium	24.8

د ګازاتو ګډوله، د ګاز جزئ فشار:

په ورځني ژوند کې مونږ د خالصو ګازاتو سربیره د ګازاتو د ګډولې سره هم سروکار لرو. که په یو لوښي کې د A ګاز واچوو او هغه په دغه لوښي کې د P_A په اندازه فشار منځ ته راوړي، بیا په همدغه لوښي کې د B ګاز واچوو او هغه په دغه لوښي کې د P_B په اندازه فشار منځ ته راوړي. نو P_A ته د A د ګاز او P_B ته د B د ګاز جزئي فشار وائي. اوس که دغه دواړه ګازات یو ځای په همدغه یو لوښي کې واچول شي او د دغه ګډولې ټول فشار په P سره و ښودل شي نو د دالتون د قانون په اساس لیکو:

$$P = P_A + P_B \quad \ldots (1-4)$$

او که د ګاز ګډوله د یو زیات شمیر (1,2,3,4) ګازاتو څخه جوړه وي نو لیکو چې:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1-4)'$$

دلته P_1, P_2 , P_3 په ترتیب د 1 , 2, او 3 ګازاتو جزئي فشارونه او P د ګډولې ټول فشار شئ. پس د دالتون قانون داسې تعریفوو: د ګازاتو د ګډولې ټول فشار په هغه ګډوله کې د شاملو ګازاتو د جزئي فشارونو د مجموعې څخه عبارت دی. باید زیاته کړو چې په یوه ګډوله کې د یو ګاز جزئي فشار په هغه ګډوله کې د هغه ګاز د غلظت (مولي قسمت) سره مستقیم تناسب لري یعنې لیکو چې:

$$P_j = X_j \cdot P \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1-5)$$

دلته X_j په ګډوله کې د j ګاز مولي قسمت، P_j د j ګاز جزئي فشار او P د ګډولې ټول فشار ښئ. که n_3, n_2, n_1 په ګډوله کې د 1, 2, 3 ګازاتو د مولونو شمیر او $(n = n_1 + n_2 + n_3)$ په ګډوله کې د ټولو ګازاتو د مولونو عمومي شمیر وي نو د هر ګاز مولي قسمت مساوي کیږي.

$$X_1 = n_1 / n \ , \ X_2 = n_2 / n \ , \ X_3 = n_3 / n \qquad .$$

$$X_1 + X_2 + X_3 = 1$$

د ایدیال ګاز د حالت معادله په پام کې نیسو

$$P\ V = n\,R\,T \quad , \quad P/n = R\,T/V$$

اوس که د A او B ګازاتو ګډوله د تودوخې په T درجه کې د V په اندازه حجم او د P په اندازه فشار ولري نو (5-1) افاده په لاندې ډول لاس ته راځي.

$$P_A\ V = n_A\ RT \quad , \quad P_A = n_A\ .\ RT / V = n_A\,.(P/n) =$$

$$= (n_A\ .\ P)/n = (n_A / n)\ .\ P = X_A\ .\ P$$

$$P_B\ V = n_B\ RT \quad , \quad P_B = n_B\,.\ RT / V$$

$$P_B = n_B\ .(P / n) = (n_B / n\,.)\ .\ P = X_B\ .\ P$$

او په عمومي ډول لیکو چې:

$$P_j = X_j\ .P$$

اوس که په (4 – 1) افاده کې د P_A او P_B قیمتونه کښېږدو نو لیکو چې:

$$P = P_A + P_B = X_A\,.\,P + X_B\,.P$$

$$P = (X_A + X_B)\,P \quad \ldots\ldots\ (1\text{-}4)''$$

(5 – 1) افاده ښئ چې د ګاز په ګډوله کې د هر ګاز جزئي فشار د هغه ګاز د غلظت (X_j) سره مستقیم تناسب لري. $(4 – 1)''$ افاده کې X_A او X_B ښئ چې په عمومي فشار کې د A او B ګازاتو ونډه (جزئي فشارونه) څومره ده.

که د A او B ګازاتو ګډوله او په دغه ګډولړکې د دغه ګازاتو د مولونو شمير n_A او n_B په پام کې ونيول شي نو د ايديال ګاز د حالت د معادلې په اساس ليکو چې:

$$P = P_A + P_B = (n_A + n_B) . (RT / V)$$

اخري افاده ښئ چې:
په يو سرتړلي لوښي (V = const) کې د ګاز د ګډولې فشار د تودوخې د درجې او د هغه ګازاتو د مقدارونو (n_j) سره مستقيم تناسب لري.
مثالونه:
۱ - د چاپيريال په اکثره بيوفزيکي مسايلو کې د هغه چاپيريال د هوا ترکيب او خاصتاً د هوا د اساسي اجزاو د جزئي فشارونو پيژندل ډير ضروري وي. که د يو چاپيريال د وچې هوا وزني ترکيب په لاندې ډول وي:

$$N_2 = 75,5\ \%$$

$$O_2 = 23,2\ \%$$

$$Ar = 1,3\ \%$$

او د چاپيريال عمومي فشار 100 Kpa وي نو د هر ګاز جزئي فشار پيدا کړی.
حل:

$$n\ (N_2) = 75,5 / 28,02 = 2,69\ mol$$

$$n\ (O_2) = 23,2 / 32 = 0,725\ mol$$

$$n\ (Ar) = 1,3 / 39,95 = 0,0330\ mol$$

$$n = n\ (N_2) + n\ (O_2) + n\ (Ar) =$$

$$= 3,45\ mol$$

$$X\ (N_2) = 2,79 / 3,45.. = 0,78$$

$$X\ (O_2) = 0,72 / 3,45 = 0,021$$

$$X\ (Ar) = 0,0325 / 3,45 = 0,00096$$

$$P\ (N_2) = 100.\ .\ 0,78 = 78\ Kpa$$

$$P\ (O_2) = 100\ .\ 0,21 = 21\ Kpa$$

$$P\ (Ar) = 100\ .\ 0,009 = 09\ Kpa$$

۲ – یو بالون چې حجم ئې لس لیتره دی په هغه کې د یو مول نایتروجن او درې موله هایدروجن ګډوله موجوده ده. که د ګډولې د تودوخنې درجه (298K) وي او په دې شرایطو کې دغه ګډوله ایدیال ګاز ومنل شي نو د دغې ګډولې فشار په اتوموسفیر حساب کړی.

حل

$$P = P_A + P_B = (n_A + n_B)(RT/V)$$

$$R = 8,206\ .\ 10^{-2}\ L\ .\ atm\ .\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$P = (1,00\ mol + 3,00\ mol)\ .\ 8,206\ .\ 10^{-2}\ L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}\ .\ 298\ K / 10\ L =$$

$$= 9,78\ atm$$

۳ - د ګازاتو یوه ګډوله (2,5) ګرامه اکسیجن او (6,43) ګرامه کاربندای اکساید لري د دې ګډولې فشار (88Kpa) دی. په دی فشار کې د اکسیجن او کاربندای اکساید د فشارونو ونډه (جزي فشارونه) پیدا کړی.

حل:

$$n\ (O_2) = 2,5 / 32 = 0,078\ mol$$

$$n\ (CO_2) = 6,43 / 44 = 0,0146\ mol$$

$$n = 0,078 + 0,146 = 0,224\ mol$$

$$X\ (O_2) = 0,078 / 0,224 = 0,348$$

$$X\ (CO_2) = 0,146 / 0,224 = 00,65$$

$$P\ (O_2) = 88\ .\ 0,348 = 30,6 Kpa$$

$$P\ (CO_2) = 88\ .\ 0,65 = 57 Kpa$$

د ګازاتو کنتیکي نظریه:

د دې نظرئې په اساس ګازات د خورا کوچنیو ذراتو (اتومو، مالیکولو) څخه جوړ او د ا ذرات دایماً په هر لورې حرکت کوي. یعنې د ګازاتود ذراتو انرژي عمدتاً د کنتیکي انرژي په شکل وي او پوتانسیلي انرژي (د ذراتو تر مینځ د متقابل تاثیراتو انرژي) ئې ډېره کمه وي. دا نظریه د لاندې فرضیو پر بنسټ جوړه شوې ده.

۱ – ګازات د خورا کوچینو ذراتو یعنې اتومو او یا مالیکولو څخه جوړ دي دغه ذرات په هر لورې په حرکت کې دي.

۲ – مالیکولونه د مالیکولو تر منځ فاصلو په پرتله ډېر کوچني دي. یعنې د ګاز د یوه مالیکول حجم د ټول ګاز د حجم په پرتله ډېر کوچني دي. چې د هغه څخه صرف نظر کیدای شي.

۳ – د ګاز مالیکولونه دایم پر مستقیم خط حرکت کوي او یوازې هغه وخت چې په خپل منځ کې یا د لوښي د دیوال سره ټکر وکړي د حرکت لوری ئې بدلیږي.

٤ – د ګاز د مالیکولونو ټکر کاملاً ایلاستیکي دی یعنې په دی ټکر کې د انرژۍ راکړه ورکړه نه وي.

٥ – د ګاز د مالیکولو سرعت او متوسطه کنتیکي انرژي د تودوخې د درجې سره مستقیم تناسب لري.

٦ – د ګاز پر مالیکولو د ځمکې د جاذبې قوه تاثیر نه کوي.

د پورتنیو فرضیو پر اساس د یوګاز د حجم او فشار ارتباط په لاندې ډول ښو دل شوی دی.

$$P.V = (1/3).n\,MC^2$$

$$P = \frac{1}{3V}\,(nMC^2) \quad ..... \quad (1\text{-}6)^*$$

دلته n د V په حجم کې د مالیکولو شمیر، M ($M = m.N_A$) د ګاز مولي کتله (m دیو مالیکول کتله اوN_A د اوګدرو عدد دی) او C د ګاز د مالیکولو دسرعت دمربع دمتوسط قیمت$<V^2>$

دویم جذر دی یعنې لیکو:

$$C = <V^2>^{1/2}$$

$$C = \sqrt{\frac{n_1.V_1^2 + n_2V_2^2 + n_3V_3^2 + n_4V_4^2}{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}}$$

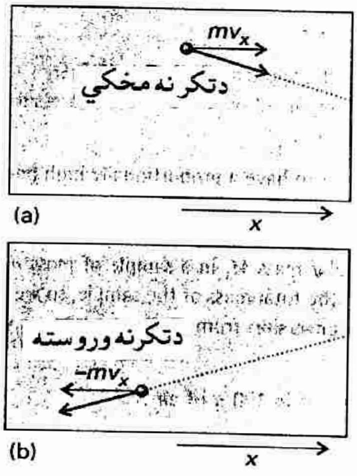
په پورتنۍ افاده کې $<V^2>$ د ګاز د مالیکولو د سرعت د مربع متوسط قیمت او C د $<V^2>$ د و یم جذر ښيي.

---

*د (1–6) معادلې ثبوت: په (1-5) شکل کې یو مالیکول چې کتله ئ

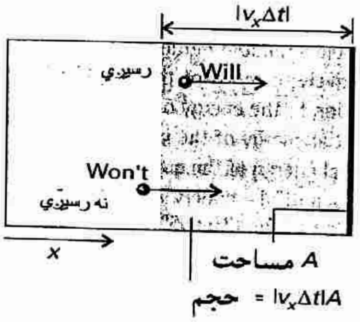
m او د X د محور په لور د سرعت مرکبه ئي Vx ده (د Vx وکتور د X د محور سره موازي دی) په يو لوښي کې په پام کې نيسو. دغه ماليکول د X پر محور ښي لورې ته ځي او د لوښي د ديوال سره د ټکر نه وروسته بيرته پر مستقيم خط شاته ګرځي چې د هغه د حرکت خطي مومنتم د mVx (د حرکت مومنتم ښي لورته)، څخه m Vx− (د حرکت مومنتم کيڼ لور ته) ته تغير کوي. يعنې د د غه ماليکول د هر ټکر په نتيجه کې د هغه مومنتم د 2mVx په اندازه تغير کوي(د y او Z په لور مومنتـــم نه تغير نه کوي). د Δ t په اندازه وخت کې ډير شمير ماليکولونه د لوښي د ديوال سره ټکر کوئ که د يو ټکر شوي ماليکول د مومنتم تغير د ټولو ټکر شويو ماليکولو په شمير کې ضرب شي نو د مومنتم عمومـي تغير لاس ته راځي

يو ماليکول چې د X د محور په لور ئي د سرعت مرکبه Vx ده د Δ t په اندازه وخت کې د Vx Δ t فاصله وهي او د لوښي ديوال ته رسي. نو د (Vx . Δ t) فاصلې دننه ټول هغه ماليکولونه چې د X پر محور د ديوال پر لور روان دي د Δ t په زمانه کې ديوال ته ر سيږي او د هغه سره ټکر کوي.



(1 - 5) شکل

ماليکول پر مستقيم خط د لوښی دديوال په لوری ځی او دديوال سره ايلاستيکی ټکر کوی ديوال د X پر محور عمود دی دټکر وروسته دماليکل دسرعت د X مرکبه بيرته را ګرځی او د zاوy مرکبی تعير نه کوی



(1 -6). شکل

د Δt په وخت کی هغه ماليکول چی فاصله ئ دښی ديوا ل څخه د Vx. Δt دننه ده ښی ديوال ته رسی او کوم ماليکول چی فاصله ئ دښی ديوال څخه د Vx .Δt څخه زياته ده د Δt په وخت کی دغه ديوال ته نشي رسيدلای

که د ديوال د سطحې مساحت A وي نو ټول هغه ماليکولونه چې د (A. Vx . Δ t) په حجم کې واقع او د ديوال پر لور روان دي د Δ t په زمانه کې ديوا ل ته رسيږي او ټکر ورسره کوي. که د ماليکولو د شمير کثافت n NA / V وي (n د V په حجم کې د ماليکولو شمير، N_A د اؤګدرد عدد) نو د (A Vx Δ t) په حجم کې د ماليکولو شمير مساوي کيږي

$$(n . N_A / V) . (A . V_x \ \Delta t)$$

که په متوسط ډول د دې ماليکولو نيم ښی لو ر ا و نيم ئ چپ لور ته ځي نو د Δ t په زمانه کې د لوښي د ښي اړخ ديوال سره د ماليکولو د ټکرونو شمير

$$\frac{1}{2} \; n N_A A V_x \ \Delta t / V$$

کيږي او دا چې په هر ټکر کې د مومنتم تغير 2 m Vx دی نو د مومنتم عمومي تغير مساوي کيږي:

$$\text{د مومنتم تغير} = \left(\frac{n . N_A . A . V_x . \Delta t}{2 V} \right) 2 m V_x = \frac{n . m . N_A . A . V_x^2 \Delta t}{V}$$

$$= \frac{n M . A V_x^2 \ \Delta t}{V}$$

$$m . N_A = M$$

او د مومنتم د تغير سر عت مساوی کيږی

$$\text{د مومنتم دتغير سرعت} = \frac{n . M . A \ V_x^2}{V}$$

دحرکت په هکله د نيو تن د دو يم قانون له مخې د مومنتم د تغير سرعت د قوې سره مساوي کيږي او قوه چې پر سطح تقسيم شي نو فشار لاس ته راځي پس ليکو چې:

$$\text{فشار} = n \ M \ V_x^2 / V$$

البته په لوښي کې د ګاز ټول ماليکولونه يوه اندازه سرعت نلري نو ځکه د ګاز فشار عملاً مساوي کيږي:

$$P = (n \ M < V_x^2 >) / V \qquad (1\text{-}7)$$

دلته $<V^2>$ د X د محور په لور د ګاز د ماليکولو د سرعت د مربع متوسط قيمت دی. البته په لوښي کې ماليکولونه هر خواته حرکت کوي نو که د ګاز د ماليکولو حرکت د y او Z د محور په لور د X د محور په شان په نظر کې ونيسو نو ليکو چې:

$$C^2 = <Vx^2> + <Vy^2> + <Vz^2> = 3<V^2>$$

$$<Vx^2> = 1/3\,C^2 \qquad (1-8)$$

د (1–8) او (1–7) معادلو د مقايسې نه (1–6) معادله لاس ته راځي:

$$P = nMC^2/3V \quad .... \qquad (1-9)$$

که د C قيمت يوازې د تودوخې په درجې پورې اړه ولري او د تودوخې درجه ثابته وي نو په هغه صورت کې ليکلای شو چې

$$P.V = const \quad .\ .\ .\ . \qquad (1-9)'$$

(1 - 9) معادله د ايديال ګازاتو په هکله د کنتيکي نظر ئ اساس او مهمه نتيجه ده.

د ګاز د ماليکولو سرعت:

(1 – 9) معادله په حقيقت کې د ايديال ګازاتو د حالت معادله ده نو ليکو چې:

$$P.V = nRT$$

$$P.V = (1/3)nMC^2$$

$$(1/3)nMC^2 = nRT$$

$$C = \sqrt{3RT/M} \qquad (1-10)$$

د اخري معادلې په مرسته کولای شو چې د ګاز د ماليکولو د سرعت د مربع د متوسط قيمت دويم جذر (C) د تودوخې په مختلفو درجو کې حساب کړو.
د (1–10) معادلې له مخې هر څومره چې د ګاز د تودوخې درجه لوړه وي هغومره د هغه ګاز ماليکولونه په متوسط ډول لوړ سرعت لري او هر څومره چې د ګاز ماليکولي کتله زياته وي په همغه اندول د هغه ګاز ماليکولونه په متوسط ډول کم سرعت لري.

د C د قیمت د معلومولو مثالونه:

۱ – د کاربندای اکساید مولي کتله $44{,}01\ g\ mol^{-1}$ ده. د دی گاز د مالیکولو د سرعت د مربع د متوسط قیمت دویم جذ (C) د تودوخي په 298 K کې حساب کړي

حل:

د (1-10) معادلې په مرسته د C د قیمت د معلومولو دپاره مونږ:

$$(1j = 1Kg\ m^2 S^{-2})$$

$$(R = 8{,}314\ j\ K^{-1} mol^{-1})$$

په پام کې نیسو او لیکو چې

$$C = \left(\frac{3\ .\ 8{,}314\ j\ k^{-1} mol^{-1}\ .\ 298\ k}{44{,}01\ kg\ mol^{-1}}\right)^{½} = 411\ m\ S^{-1}$$

۲ – د سرک د یوې نقطې څخه موټرې په لاندې سرعتو تیریږې:

(1-4) جدول: د موټرو سرعتونه:

د موټرو سرعتونه $(Km\ h^{-1})$	د موټرو شمیر
45	5
47	7
50	9
53	4
57	1

د پورتني جدول له مخې د موټرو د سرعت د . مربع د متوسط قیمت دویم جذر حساب کړی.

حل:

$$C = \sqrt{\frac{5\ .\ 45^2 + 7\ .\ 47^2 + 9\ .\ 50^2 + 4\ .\ 53^2 + 1\ .\ 57^2}{5 + 7 + 9 + 4 + 1}}$$

$$C = 49{,}06 \ Km \ h^{-1}$$

دا معلومه خبره ده چې د ګاز ټول ماليکولونه يوه اندازه سرعت نلري. پرته له دې د يو ماليکول سرعت د ټکر څخه د مخه او د ټکر نه وروسته کيداى شي چې فرق ولري. يعنې بعضي ماليکولونه چې د ټکر د مخه ئې سرعت کم وو د ټکر وروسته ئې سرعت زيات او برعکس يو شمير ماليکولونه چې د ټکر څخه مخکې ئې سرعت زيات وو د ټکر څخه وروسته ئې ممکن سرعت کم شي. پس د ګازاتو د ماليکولو سرعت، د سرعت په يو پراخه واټن کې تغير کوي. موږ د ګاز ماليکولونه د هغوئ د سرعت له مخې په څو ډولو يا ټولګيو ويشلاې شو. مثلاً کيداى شي چې د تودوخې په $20c^0$ کې د اکسيجن د ګاز د يوې ډلې ماليکو لو (د 1000 ماليکولو څخه 19 ماليکولـــــه) د سرعت واټن ($300 - 310 \ m \ S^{-1}$) او د بلې ډلې ماليکولو (د 1000 څخه 21 د سرعت واټن ($400 - 410 \ m \ S^{-1}$) وي

درياضي هغه افاه چې د ماليکولو د ټولګييو د سرعت واټنونه ښئ د ماليکولو د سرعت د ويش د افادې په نامه يادېږي. د ماليکولو د سرعت د ويش رياضي افاده چې ماکسويل په لاس راوړې ده په (1 – 10) معادله کې ورکړل شوې ده.

$$f(v) = 4.\pi.\,(M/\,2.\pi.RT)^{3/2}.\ V^2.\ e^{-MV^2/\,2RT} \quad ......\ (1-11)$$

دلته (v) f د سرعت په اساس د ماليکولو ويش او f(v) . d V د هغه ماليکولو ټولګى چې سرعت ئې د V او (V+ d V) تر منځ واټن کې دى ښئ. M د ګاز ماليکولي کتله T د تودوخې درجه او R د ګازاتو عمومي ثابت دى

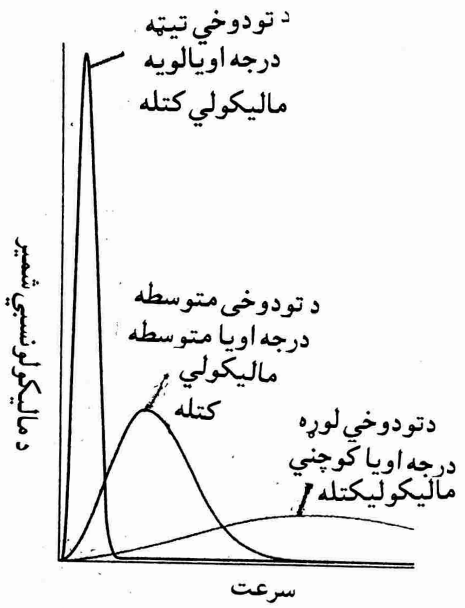
د (1-11) افادې څخه ښکاري چې په ($e^{-\frac{MV^2}{2RT}}$) حد کې که د V^2 قيمت ډېر زيات شي نود

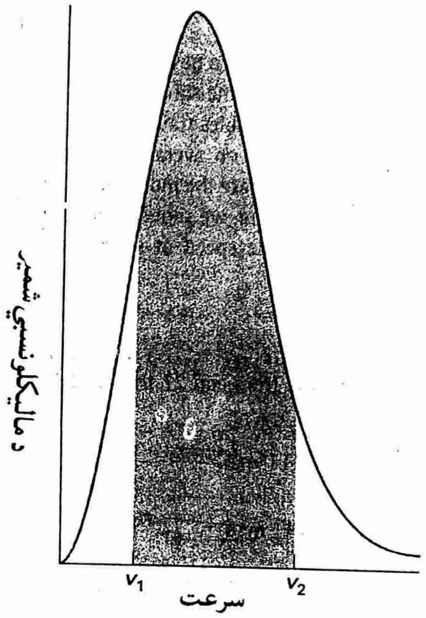
(f (v قيمت يعنې د لوړ سرعت لرونکو ماليکولو ټولګى کوچنى کيږي .

. د بله پلوه د ($e^{-\frac{MV^2}{2RT}}$) څنګ ته ضريب يعنې V^2 په پام کې نيسو که V ډير کم او صفر ته نزدې کيږي په دغه صورت کې هم د (f (v قيمت کميږي او د بيخي کم سرعت لرونکو ماليکولو ټولګى ډير کوچنى کيږي. دغه واقعيت په (7 – 1 ش) کې و ګورى

په (7 – 1) شکل کې هر پيک د متوسط سرعت لرونکو ماليکولو شمير او د پيک ښى او کيڼ اړخ ته لمنې د هغه ماليکولو شمير ښئ چې سر عت ئې د متوسط سر عت څخه زيات او يا د هغه څخه کم وى

په دغه شکل کی وینی چی دتو وخی ددرجی د ټیټیدو او یا د مالیکو لي کتلې د زیاتیدو سره د ګاز د مالیکولو د سرعت واټن تنګیږي یعنې د اکثره مالیکولو سرعت و متوسط سرعت ته نژدې وي او برعکس د تودوخې د درجې په لوړیدو او یا د مالیکو لي کتلې په کمنیدو سره د ګاز د مالیکولو د سرعت واټن پراخه یعنې د یو شمیر مالیکولو سرعت د متوسط سرعت څخه زیات او د یو شمیر مالیکولو سرعت د متوسط سرعت څخه کم دی.





(8 - 1) شکل
دمالیکولو دسرعت پر ویش دمالیکولي کتلي اود تودوخي ددرجي اثر

(7 - 1)شکل
دمنحني د پیک لاندي توره ساحه دمالیکولو دهغه ټولګي لوي والي ښي چي سرعت ئ د V_1 او V_2 تر منځ دي

د (11- 1) افادي او (8 – 1) شکل څخه معلومیږي چې د تودوخې په معینه درجه کې هغه مالیکولونه چې مالیکولي کتله ئې زیاته ده د هغوئ سرعت نسبتاً کم او تقریباً د ټولو مالیکولو سرعت و متوسط سرعت ته نژدې دی. برعکس هغه مالیکولونه چې مالیکولي کتله ئې کمه ده د هغوئ سرعت نسبتاً زیات او هم د ډیرو مالیکولو سرعت د متوسط سرعت څخه فرق لري. که د مالیکولو یو ټولګی په پام کې ونیسیو چې د مالیکولو سرعت ئې د V_1 او V_2 تر منځ واټن کې وي. نو د د غه ټولګي لوی والی په لاندې ډول حسابیدای شی

$$\text{د ماليکولو د ټولګي لوی والی} = \int_{V_1}^{V_2} f(v)\, dV \quad .... \quad (1-12)$$

د پورتني انتګرال قیمت په (7 – 1) شکل کې د f.(v) د منحني د پیک لاندې ساحې د مساحت سره مساوي دی د غه ساحه نسبتاً توره ښکاري. پاس مو وویل چې f (v). d V د مالیکولو د یو ټولګي لوی والی ښئ اوس که د مالیکولو د ټولګي لوی والی (شمیر) د مالیکولو په سرعت (V) کې ضرب کړو نو د مالیکولو د یو ټولګي متوسط سرعت لاس ته را ځي چې په لاندې ډول محاسبه کیږي.

$$\bar{C} = \int_0^{\infty} V .\ f(v) .\ dV$$

اوس (11-1) افاده په پام کی نیسو او لیکو:

$$\bar{C} = 4\pi\,(M/2\pi RT)^{3/2} . \int_0^{\infty} V^3 . e^{-(M/2RT).V^2} . dV.$$

په وروستی افاره کې د لاندې انتګرال حل په پام کې

$$\int_0^{\infty} X^3\ e^{-ax^2}\ dX = 1/2a^2$$

نیسو او لیکو.

$$\bar{C} = 4\pi\,(M/2\pi RT)^{3/2} . 1/2 . (2RT/M)^2 =$$

$$= (8RT/\pi M)^{1/2} \quad .... \quad (1-13)$$

د متوسط سرعت د معلومولو مثالونه:

۱ – که د هوا د تودوخې درجه د سانتیګراد 25 $\mathring{c}$ درجی وی په دغه هوا کی دنا یترو جن د مالیکولو متوسط سرعت معلوم کړی

حل:

د (1-13) افادې پر اساس لیکو:

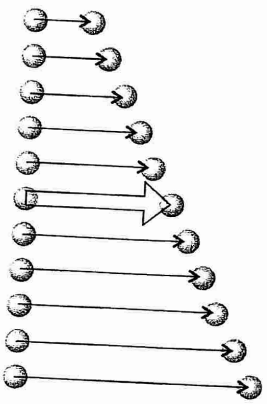
$$C = \left(\frac{8 .\ 8{,}3145\ j\ k^{-1}mol^{-1} .\ 2{,}98\ kg}{\pi\ .\ 28{,}02\ .\ 10^{-3}\ kg\,mol^{-1}}\right)^{1/2} = 475\ m\,S^{-1}$$

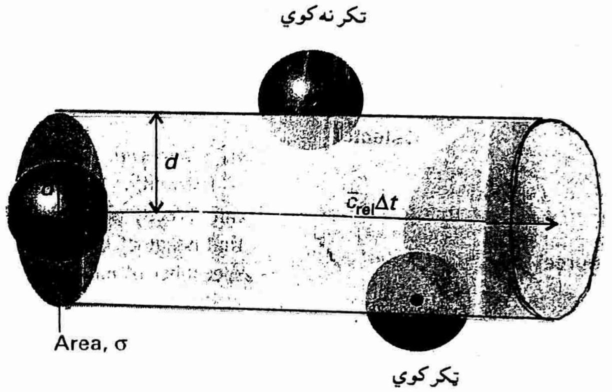
۲ – د سرک د یوې نقطې څخه موټرې په مختلفو سرعتو تیریږي چې په (4 – 1) جدول کې ورکړل شوی دی. د د غه موټرو منخنی سرعت معلوم کړی.

$$C = \frac{5.45 + 7.47 + 9\ 50 + 4.53 + 1.57}{5 + 7 + 9 + 4 + 1} = 48{,}96 Kmh$$

د ګاز د ماليکولو ټکرونه:

د ګازاتو د کنتيکي نظرئي په مرسته کولای شو چې د ګاز د ماليکولو د ټکرونو فريکونسي او هم د دوه پر له پسې ټکرونو تر منئځ د لارې متوسط اوږدوالی حساب کړو. هغه متوسطه لاره چې يو ماليکول ئې د دوه پرلپسی ټکرونو تر منځ وهي د منځنۍ خلاصې لارې په نامه يادېږي او په λ ښودل کيږي.





(1 - 9) شکل

هر تير ديو ماليکول ددوه ټکرونو تر منځ لا ر او لوي تير د ټکرونو تر منځ متوسطه لار يا متوسطه خلاصه لار λ ښي.

(10 - 1) شکل

يو تيوب چې دعرضي مقطع مساحت ئ σ اوږدوالي ئ ($C_{rel}\ .\Delta t$) او شعاع ئ d ده دهغي په منځ کي يو ماليکول چې قطر ئ d دي وينې

په (1 – 10)شکل کې يو ماليکول چې قطر ئې d دی په يو تيوب کې چې قطر ئې 2d او د عرضي مقطع مساحت σ ($\sigma = \pi d^2$) دی په پام کې نيسو، دغه ماليکول د تيوب په منځ کې د Δ t په اندازه وخت کې د (Crel . Δ t) په اندازه لار وهي دلته $\bar{C}$ rel د ماليکول نسبي منځي سرعت ښئ. دا سرعت. د منځني سرعت($\bar{C}$) سره داسې اړيکي لري:

$$\bar{C}rel = \sqrt{2}\ .\ \bar{C} \quad ...(1 - 13)$$

لکه چې په شکل کې ښکاري نوموړی ماليکول په دې لار کې يوازې د هغه ماليکولو سره ټکر کولای شي چې مرکزونه د تيوب په داخل کې وي. يعنې دوه ماليکوله هغه وخت ټکر کولای شي چې د هغوئ تر منځ فاصله حد اقل د d په اندازه وي نو ځکه d ته د ټکرونو قطر او σ ته د ټکرونو عرضي مقطع هم وائي. هر

ځومره چې د ماليکولو تر منځ فاصله کميږي د ماليکولو تر منځ د ټکرونو احتمال زياتيږي. په يوه ثانيه کې د يو ماليکول د ټکرونو متوسط شمير د هغه ماليکول د ټکرونو د فريکونسۍ په نامه يادېږي. که د ماليکولو د ټکرونو فريکونسۍ په Z وښودل شي نو (1 / Z.) د دوه پر له پسې ټکرونو تر منځ متوسط وخت ښئ. په نارمل شرايطو (P = 1 atm ,t = 25c) کې د Z قيمت ($Z \simeq 10^{9} S^{-1}$) وي. که د يو ماليکول د ټکرونو فريکونسي Z وي نو د هغه د دوه پر له پسي ټکرونو ترمنځ د 1/ Z په اندازه وخت تيريږي او په دې وخت کې دغه ماليکول د $\bar{C}$. (1 / Z) په اندازه لار وهي پس د ماليکول متوسط خلاصه لار مساوي کيږي :

$$\lambda = \bar{C} / Z \qquad .... \qquad (1\text{-}14)$$

اوس (1 – 10) شکل په پام کې نيسو او فرض کوو چې د دغه تيوتب په داخل کې د يو ماليکول پرته نور ټول ماليکولونه حرکت نه کوي. که د دغه متحرک ماليکول متوسط نسبي سرعت د Δ t په زمانه کې $\bar{C}rel$ وي نو هغه د Δ t په اندازه وخت کې په دغه تيوب کې چې د عرضي مقطع مساحت ئې σ دی د $\bar{C}rel$.Δ t په اندازه لار وهي يا د (σ $\bar{C}rel$ Δ t) په اندازه حجم ځخه تيريږي. که په دغه تيوب کې د بې حرکته ماليکولو شمير کوم چې مرکزونه ئې تيوب ته داخل شوي

$$N^{*} \sigma \bar{C}rel \Delta t$$

وی (N^{*}= N / V.) د ماليکولو د شمير کثافت ښئ) . نو دغه يو متحرک ماليکول د تيوب ځخه د وتلو په وخت کې د دغه ټولو بې حرکته مليکولو سره ټکر کوي يعنې د ټکرونو شمير د دغه بې حرکته ماليکولونو د شمير (N^{*} σ $\bar{C}rel$ Δ t) سره مساوي دی. که د ټکرونو شمير په Δ t تقسيم کړو نو د ماليکولونو د ټکرونو فريکونسي لاس ته راځي.

$$Z = N^{*} \sigma \bar{C}rel \qquad .... \qquad (1\text{-}15)$$

اوس د ايديال ګاز د حالت معادله په پام کې نيسو او ليکو:

$$P V = n R T$$

$$n = V P / RT$$

$$N / V = n N_A / V = P N_A / RT =$$

$$= P / KT \qquad (1\text{-}16)$$

(1 –15) افاده کې د (N^{*} = N / V) قيمت په پام کې نيسو او ليکو:

$$Z = \sigma . \bar{C}rel . P / KT$$

$$Z = \sigma \sqrt{2} \; \bar{C} . P / KT$$

د Z دا قیمت په (14-1) افاده کې ږدو او لیکو چې

$$\lambda = KT / \sqrt{2}\,\sigma . P \qquad (1\text{-}14)'$$

د (14-1) افادې څخه معلومیږي:

۱ – که پر ګاز خارجې فشار زیات شي نو د مالیکولو متوسط خلاصه لار لنډیږي.

۲ – د تودوخې د درجې په لوړیدو سره د مالیکولو متوسطه خلاصه لار اوږدیږي.

۳ - هغه مالیکولونه چې د ټکرونو د عرضي مقطع مساحت ئې زیات دی د هغوئ متوسط خلاصه لار لنډه ده یعنې په عین شرایطو کې هغوئ ژر ژر ټکر کوي.

مثال: که د اکسیجن ګاز په ستندرد (P = 1 atm , t = 25c) شرایطو کې په یو لوښي کې موجو وي نو په دغه شرایطو کې د اکسیجن د مالیکولو متوسطه خلاصه لار حساب کړي.

حل:

$$\lambda = \frac{(8,3145\ j\,k^{-1} mol^{-1}) . 298k}{\sqrt{2} . (6,022 . 10^{23}\ mol^{-1}) . (0,40 . 10^{-18} m^2) . 1,00 . 10^{5} Pa}$$

$$= 7,3 . 10^{-8}\ m$$

د مالیکولو د ټکرونو د عرضي مقطع مساحت د مالیکولو په لوی والي پورې اړه لري په (5 – 1) جدول کې د یو شمیر موادو د مالیکولو او اتومو د ټکرونو د عرضي مقطع مساحت ورکړل شوی دی.

(1 – 5) جدول

دیو شمیر موادو دمالیکولونو د ټکر دعرضی مقطع مساحت

Species	σ/nm^2
Ar	0.36
C_2H_4	0.64
C_6H_6	0.88
CH_4	0.46
Cl_2	0.93
CO_2	0.52
H_2	0.27
He	0.21
N_2	0.43
Ne	0.24
O_2	0.40
SO_2	0.58

$1\ nm^2 = 10^{-18}\ m^2$

(6 - 1) جدول

د یو شمیر ګازاتو بحرانی پارامترونه

Critical constants of gases

	p_c/atm	$V_c/(cm^3\,mol^{-1})$	T_c/K
Ar	48.0	75.3	150.7
CO_2	72.9	94.0	304.2
He	2.26	57.8	5.2
O_2	50.14	78.0	154.8

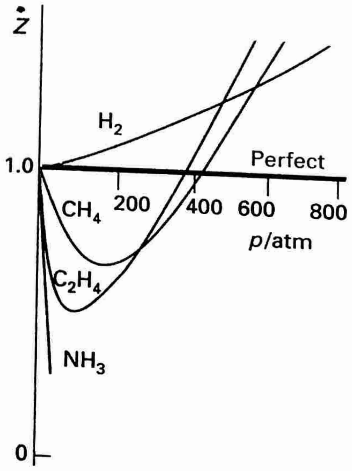
۲ – ۱ حقيقي ګازات

د تودوخې په ټيټه درجه او د لوړ فشار لاندې ټول ګازات د حقيقي ګازاتو په ډله کې راځي په حقيقي ګازاتو کې د ايډيال ګازاتو قوانين نه تطبيقيږي. د حقيقي ګازاتو ماليکولونه يو بل ته دومره نژدې وي چې د هغوئ تر منځ د جذب او دفع د قواوو څخه صرف نظر نشي کيداى. د مايع کيدو په حالت کې ګازات حقيقي ګازات بلل کيږي.

د ګازاتو دوه ماليکوله په پام کې نيسو . کله چې دغه ماليکولونه يو بل څخه ډير ليرېې وي. د هغوئ تر منځ متقابل تاثيرات ډير ضعيفه او د سيستم پوتانسيلي انرژي صفر ته نژدې وي.

کله چې دغه ماليکولونه يو بل ته نژدې کيږي نو د هغوئ تر منځ متقابل تاثيرات هم زياتيږي. په متوسطو بين الماليکولي فاصلو کې د ماليکولو تر منځ د متقابل جذب قوه ډيره غالبه او د سيستم د پوتانسيلي انرژي مقدار منفي او اصغري وي.د ماليکولو تر منځ د فاصلې د لا کميدو سره په ماليکولو کې د الکتروني قشرو تر منځ د دفع قوه په را څرګنديدو پيل کوي او د سيستم پوتانسيلي انرژي مخ په زياتيدو شي. کله چې دماليکولو تر منځ فاصله ډيره کمه او ماليکولونه يو بل سره تماس ته نژدې شي نو دلته د ماليکولو تر منځ د دفع قوه (دا قوه په لنډو فاصلو کې عمل کوي) غالبه او له دې وروسته په ډيره کمه اندازه د بين الماليکولي فاصلې د کمولو د پاره ډيره زياته خارجي قوه(خارجي فشار) په کار ده. او په دې جريان کې د سيستم پوتانسيلي انرژي ډيره زياته زياتيږي. په ګازاتو کې د بين الماليکولي فاصلې او پوتانسيلي انرژۍ تغيرات په (1 – 11) شکل کې ښودل شوي دي

(1 – 11) شکل
په ګازاتوکی د پوتانسيلي انرژي ا و
بين الماليکولي فاصلي ارتباط



شکل: (1 – 12)
دتودوخی په صفر درجه کی په يوشميرګازاتو کي
د خارجي فشار او د انقباض دفکتورارتباط
د ايډيال ګاز $\dot{Z}=1$ دی.

د ګازاتو د انقباض فکتور Ż:

مخکې مو ولوستل چې د ايديال ګاز ماليکولونه يو د بل څخه ډير ليري دي. د خارجي فشار لاندې د ايديال ګاز ماليکولونه يو بل ته نژدې (ضيق) کيږي. د ايديال ګاز د حالت د معادلې څخه ليکو:

$$P\ V_m = R\ T$$

$$\dot{Z} = P V_m / RT \qquad (1-17)$$

دلته $\dot{Z}$ د ګاز د انقباض د فکتور په نامه يادېږي. چې د ايديال ګاز دپاره د $\dot{Z}$ قيمت يو $(\dot{Z} = 1)$ دی. د حقيقي ګازاتو لپاره د $\dot{Z}$ قيمت له يوه څخه فرق کوي. په (12 – 1) شکل کې د تودوخې په ($0\ c^{\circ}$ درجه کې د يو شمير ګازاتو د $\dot{Z}$ فکتور په مختلفو فشارونو کې بدلون ښودل شوی دی. په دغه شکل کې ليدل کيږي چې ټيټو فشارونوکې د ټولو ګاازاتو د انقباض فکتور تقريباً يو $(\dot{Z} = 1)$ دی. يعنې په ټيټو فشارونو .کې دغه ګازات تقريباًايديال ګازات دي. مګر په لوړو فشارونوکې د دغه ټولو ګازاتو د انقباض فکتور$(\dot{Z} > 1)$ دی. يعنې دغه ګازات د ايديال ګازاتو په پرتله په مشکل سره ضيق او حجم ئې کميږي. په لوړو فشارونو کې $(P V_m > RT)$ دی چې په دی شرايطو کې د ماليکولو تر منځ د دفع قوه غالبه ده. په متوسط فشارونو کې د اکثره ګازاتو د $\dot{Z}$ فکتور ټيټ$(\dot{Z} < 1)$ دی يعنې په دې شرايطو کې د جذب قواوې غالبه او د ګازد ماليکولو ضيق کول اسان دي. د يو زيات شمير تجربي معلوماتو له مخې معلوميږي چې د ايديال ګاز د حالت معادله د فشار او هم د تودوخې د درجې په پراخه واټن کې د حقيقي ګازاتو لپاره د تطبيق وړ نه ده. د حقيقي ګازاتو لپاره په دې ورستيو کالو کې يو زيات شمير د حالت معادلې پيشنهاد شوي دي خو د هغو څخه يوه ئې هم د ټولو ګازاتو د پاره او په هر ډول شرايطو کې پوره نه تطبيقيږي.له دې جملې څخه يوه هم د حقيقي ګازاتو دپاره د واندروالس معادله ده.

د واندروالس معادله د ايديال ګازاتو د حالت د معادلې پر بنسټ منځ ته راغلې ده . د واندروالس په معادله کې د ماليکول خپل ((ذاتي)) حجم او په نژدې فاصلو کې د ماليکولو تر منځ د دفع قواوی د (b) د کميت په واسطه افاده کيږي. د b عددي قيمت تقريباً د ماليکول د حجم څلور برابره او واحد ئې حجم في مول دی. د واندروالس په معادله کې د ماليکولو تر منځ د متقابل جذب قواوې د داخلي فشار په نامه هم يادېږي اوپه دغه معادله کې د (a / V^2) د حد په واسطه ښودل کيږي . a د معينو ماليکولو تر منځ د متقابل جذب قابليت ښئ. د a واحد فشار ضرب حجم في مول مربع دی. د واندروالس معادله د (n)مول ګاز دپاره په لاندې ډول ليکل کيږي.

$$\left(P + \frac{a n^2}{V^2}\right) . (V - nb) = nRT \qquad .... \qquad (1-18)$$

$$n = 1$$

$$(P + a / V^2) . (V_m - b) = RT$$

د a او b قيمتونه د مختلفو ګازاتو دپاره فرق کوی خو دغه کميتونه د تودوخی په درجی پوری اړه نلری

په (7 – 1) جدول کی دبعضی گازاتو د a او b قیمتونه ورکړل شوي دي

(1-7) جدول: د واندر والس د معادلې د ثابتو قیمتونه

مواد	$a / L^2\ atm\ mol^{-2}$	$b / L\ mol^{-1}$
هوا	1,4	0,039
امونیا	4,17	0,037
ارگون	1,35	0,032
کاربندای اکسا ید	3,59	0,043
ایتان	5,49	0,064
اتلین	4,47	0,057
هیلیم	0,034	0,024
هاید رو جن	0,244	0,027
نایتروجن	1,39	0,039
اکسیجن	1,36	0,032

د واندروالس د معادلې د حل څخه دیو گاز دبحرانی پارامترونو اوده a او b کمیتونو ارتبا ط په لا ندی ډول لاس ته راځی

$$P_c = a / 27 b$$

$$V_c = 3 b$$

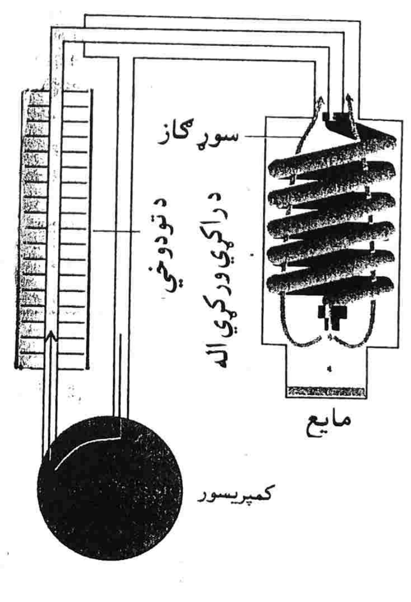
$$T_c = 8 a / 27 b R$$

په پورتنیو افادو کې T_c , P_c , V_c په ترتیب سره د تودوخې بحراني درجه بحراني فشار او بحراني حجم ښيي.

د ګازاتو مايع کول:

بعضي ګازات چې د غليان نقطې يې لوړي دي که په ساړه چاپيريال کې کيښودل شي نو مايع کيږي. خو بعضي نور ګازات چې د غليان نقطې ئې ډيرې ټيټې دي په دغه طريقه په ډير مشکل سره مايع کيږي. د (1 – 9) افادې څخه معلوميږي چې د ګازاتو د ماليکولو سرعت (C) د تودوخې د درجې ($\sqrt{T}$) سره مستقيم تناسب لري. يعنې د ګاز سړول او د هغې د سرعت کمول يو د بل سره معادل دي.

که د ګاز د ماليکولو سرعت دومره کم شي چې ګاونډيان ماليکولونه د خپل مينځي جذب د قواو په مرسته يو بل راونيسي نو دلته سوړ شوی ګاز په مايع بدليږي. په يو لوښي کې يو ګاز د لوړفشار لاندې په پام کې نيسو. د ګاز ماليکولونه په ظرف کې ډير چټک په هر لورې ځغلي. که د لو ښی نلکه خلاصه او د ګاز ماليکولونه بهر (ټيټ فشار) تهږزي نو د دغه ماليکولونو سرعت کم او د ګاز د تودوخې درجه ټيټيږي که دغه سوړ شوی ګاز بيا د فشار په واسطه منقبض او بيرته منبسط شي نو هغه بيا نور هم سړيږي. که دغه عمليه پر له پسې څو کرته تکرار شي بالاخره ګاز په مايع اوړي. دغه د انبساط په ذريعه د يو ګاز مايع کول د ژول تامسن د افکت په نامه ياديږي. په عمل کې په مکرر ډول د ګاز انبساط په يوه مخصوصه وسيله کې چې د لندي د يخچال په نامه ياديږي صورت مومي. د لندي د يخچال طرزالعمل په (13 – 1) شکل کې ښودل شوی دی.



(13 – 1) شکل: د ليندي د يخچال دياګرام

د لندي په يخچال کې ګاز د کمپرسور په واسطه منقبض او له دې ځايه د نل له لارې د تودوخې د راکړې ورکړې قسمت ته ځي چې په دې ځای کې يو څه تودوخه د لاسه ورکوي. (دې سيستم ته د بهر څخه تووخه نه ورننوځي) او وروسته مارپيچ نل ته ځي. دلته ګاز د نلکې نه وزي. د ګاز حجم زيات، د ماليکولو سرعت ئې کم او سړيږي. ډير سوړ شوی ګاز په مايع بدليږي او باقي پاتې ګاز بيا کمپرېسور ته ځي چې هلته بيا منقبض کيږي او پخوانۍ لار بيا وهي او بيا د نلکې څخه خارج او انبساط کوي او سړيږي. دغه عمليه په مکرر ډول ادامه لري او په دې توګه ګاز پرته له دې چې په ساړه محيط کې سوړ او مايع کړای شي د مکرر انبساط په ذريعه سوړ او په مايع بدليږي.

د ګازاتو د قوانينو په هکله حل شوي سوالونه

اول: دګازاتو د حالت د معادلو د اساسي پارا مترو (m , M , V , T , P) محاسبه

1- هوا د تودوخې په $25\,^{\circ}C$ او د (P = 1 atm) فشار لاندې يو ليتر حجم لري. د دې لپاره چې دغه حجم $100\ cm^3$ ته راکم کړو نو څومره فشار ته ضرورت دی.

حل:

دلته د تودوخې درجه ثابته ده پس(1-3) معادله داسې شکل غوره کوي.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_2 = (V_1 / V_2) P_1$$

$$P_2 = (1000\ cm^3 / 100\ cm^3) . 1\ atm = 10\ atm$$

2-د Xe ګاز چې کتله ئې 131 ګرامه ده په يو بالون کې چې حجم ئې يو ليتر دی د تودوخې په $25\,^{\circ}C$ کې 20 atm فشار مينځ ته راوړی دی. وواياست چې په دغه شرايطو کې نوموړی کاز ايديال ګاز حسابيدای شي او که نه ؟

b- که په راکړل شويو شرايطو کې د Xe ګاز د واندروالس ګاز وي نو هغه به څومره فشار منځ ته راوړي.

حل a :

د ايديال ګاز د حالت د معادلې له مخې د نوموړي ګاز فشار مساوي کيږي:

$$PV = nRT$$

$$P = nRT / V$$

$$n = 131\ g / 131\ g.mol^{-1}$$

$P_2 = 1\ mol\ .\ 0{,}082\ L\ .\ atm\ k^{-1}.\ mol^{-1}.\ 298k\ /\ 1\ L = 24\ atm$

که په راکړل شویو شرایطو کې Xe ایدیال گاز وای نو هغه به 24 atm فشار منبع ته راوړی وای
b– د Xe د گاز فشار د واندروالس د معادلې پر اساس مساوي کیږي:

$$P = nRT / (V - b) - an^2 / V^2$$

د (1-7) جدول له مخې لرو چې:

$$a = 4{,}194\ L^2\ .\ atm\ .mol^{-2},\quad b = 5{,}105\ .\ 10^{-2}\ L\ .mol^{-1}$$

$$\frac{nRT}{V-nb} = \frac{(1.00\ mol) \times (0.0821\ L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}) \times (298.15\ K)}{1.0\ L - \{(1.00\ mol) \times (5.1 \times 10^{-2}\ L\ mol^{-1})\}} = 25.\bar{8}\ atm$$

$$\frac{an^2}{V^2} = \frac{(4.194\ L^2\ atm\ mol^{-1}) \times (1.00\ mol)^2}{(1.0\ L)^2} = 4.1\overline{94}\ atm$$

$$p = 25.\bar{8}\ atm - 4.1\overline{94}\ atm = \boxed{22\ atm}$$

a 3– د ایدیال گاز حجم په ایزوترمک ډول 2, 20 L کم شوی دی د نوموړي گاز جزئي حجم ا و فشار په ترتیب سره 4, 65 L , 3 , 78 10 Torr دی. د دغه گاز لمړنی فشار په څو Tor r او څو atm وي.

b– د یو ایدیال گاز حجم په ایزوترمک ډول د $1{,}80\ dm^3$ په اندازه کم شوی دی د نوموړي گاز اخري فشار او حجم 1, 48 Torr او $2{,}14\ dm^3$ دی. د دغه گاز لمړنی فشار په Torr او bar څو دی

حل:

(1-3) معادله په ایزوترمک جریان کې داسې شکل لري:

$$p_f V_f = p_i V_i$$

$$p_i = \frac{V_f}{V_i} \times p_f$$

$$V_f = 4.65\ L,\ V_i = 4.65\ L + 2.20\ L = 6.85\ L,\quad p_f = 3.78 \times 10^3\ Torr$$

(a) $p_i = \left(\frac{4.65\ L}{6.85\ L}\right) \times (3.78 \times 10^3\ Torr) = \boxed{2.57 \times 10^3\ Torr}$

(b) 1 atm = 760 Torr $p_i = (2.57 \times 10^3\ Torr) \times \left(\frac{1\ atm}{760\ Torr}\right) = \boxed{3.38\ atm}$

4 : د يو ليتر ايديال گاز حجم $100cm^3$ ته راکم شوي دی. که د دغه گاز د تودوخې لومړنی درجه $25^\circ c$ وي نو د هغه د تودوخې درجه کومې درجې ته راټيټه شوې ده.

حل:

د سوال په شرايطو کې د فشار د تغير په هکله څه نه دي ويل شوي. (P = const) پس(1-3) افاده په ايزوباريک شرايطو کې داسې شکل غوره کوي.

$$\frac{V_f}{T_f} = \frac{V_i}{T_i}$$

$T_f = \frac{V_f}{V_i} \times T_i$ $V_i = 1.0\ L$, $V_f = 100\ cm^3$, $T_i = 298\ K$

$$T_f = \left(\frac{100\ cm^3}{1000\ cm^3}\right) \times (298\ K) = \boxed{30\ K}$$

5a- د تودوخې په 122k کې د نيون د گاز255گرامه 3L حجم لري. که په دې شرايطو کې نيون ايديال گاز وگنل شي نو د هغه فشار به څو وي؟

b- يو کور په کال کې $4 . 10^3\ m^3$ طبيعي گاز ($P = 1atm$, $t = 20\ ^\circ c$) مصرف لري که دغه گاز عمدتاً متانCH_4 او ايديال گاز وگڼل شي نو د دغه گاز کتله به څو وي.

حل:

a- د ايديال گاز د حالت د معادلې څخه ليکو.

$$P = nRT / V$$

$$n. = 255\ g\ /\ 20,18\ g\ mol^{-1} = 1,26 . 10^{+1}\ mol\ ,\ T = 122k\ ,\ V = 3L$$

$$P = (1,26\ .\ 10^{+1}\ mol) . (0,821\ L . atm\ k^{-1}\ mol^{-1}) . (122k) / 3\ L = 4,22 . 10^{+2}\ atm$$

b– د ایدیال ګاز دپاره لیکو:

$$pV = nRT$$

$$m = nM.$$

$$1\ \text{atm} = 1.013 \times 10^5\ \text{Pa}, \qquad T = (20 + 273)\ \text{K} = 293\ \text{K}$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{(1.013 \times 10^5\ \text{Pa}) \times (4.00 \times 10^3\ \text{m}^3)}{(8.314\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (293\ \text{K})} = 1.66\bar{4} \times 10^5\ \text{mol}$$

$$m = (1.66\bar{4} \times 10^5\ \text{mol}) \times (16.04\ \text{g mol}^{-1}) = 2.67 \times 10^6\ \text{g} = \boxed{2.67 \times 10^3\ \text{kg}}$$

6– یو شاګرد د ګازاتو د عمومي ثابت R د قیمت د حسابولو لپاره 0, 25132 g د هیلیم ګاز په یو بالون کې چې حجم ئې 20 L دی واچوو او هغه ئې تر $500\,^\circ c$ پورې ګرم کړ. د ګاز د فشار د معلومولو د پاره ئې د مانو متر څخه ګار واخیست په مانو متر کې د اوبو ارتفاع 206,402 cm او د تودوخې درجه ئې $25\,^\circ c$ وه. د جدول له مخې په $25\,^\circ c$ کې د اوبو کثافت $0,99707\ g\ cm^{-1}$ دی. نو ووایاست چې دغه شاګرد به د R قیمت څو پیدا کړي.

b– یو شاګرد د تودوخې په 273,15 k کې د اکسیجن د ګاز حجم او فشار اندازه کړی او د اکسیجن وزني کثافت ئې هم معلوم کړی چې نتایج په لاندې جدول کې ښودلي دي.

P / atm	0, 75 0000	0, 500000	0, 25 0000
V_m / L . mol^{-1}	29, 8649	44, 8090	89, 6384
ρ/ g . L^{-1}	1,07144	0, 714110	0, 35 6975

د دغه معلوماتو په اساس د R دقیق قیمت او د اکسیجن د ګاز دقیقه مولي کتله حساب کړئ.

حل:

مانو متر د بالون په داخل کې ګاز سره ارتباط لري. د ګاز فشار د هغه فشار سره مساوي دی چې د اوبو ستون (h) ئې د مانومتر په تل کې پر ګاز راوړي او دغه فشار د (P= F / A) سره مساوي کیږي. F هغه قوه ده چې د اوبو ستون ئې پر قاعده یعنې د نل د عرضي مقطع پر مساحت A راوړي. او F = m G کیږي چې دلته m د اوبو د ستون کتله او G د ځمکې د جاذبې تعجیل ښئ. د بلې خوا لرو چې:

$$m.=\rho\ .\ V\ =\ \rho.\ h\ .\ A$$

دلته ρ د اوبو کثافت ، V د اوبو د ستون حجم او h د اوبو د ستون ارتفاع او A د مانو متر د نل د عرضي مقطع مساحت دی. پس لیکو چې:

$$p=\frac{F}{A}=\frac{\rho hAg}{A}=\rho hg$$

$$p=(0.99707\ \mathrm{g\ cm^{-3}})\times\left(\frac{1\ \mathrm{kg}}{10^3\ \mathrm{g}}\right)\times\left(\frac{10^6\ \mathrm{cm^3}}{1\ \mathrm{m^3}}\right)\times(206.402\ \mathrm{cm})\times\left(\frac{1\ \mathrm{m}}{10^2\ \mathrm{cm}}\right)\times(9.8067\ \mathrm{m\ s^{-2}})$$

$$=2.0182\times10^4\ \mathrm{Pa}$$

$$V=(20.000\ \mathrm{L})\times\left(\frac{1\ \mathrm{m^3}}{10^3\ \mathrm{L}}\right)=2.0000\times10^{-2}\ \mathrm{m^3}\qquad n=\frac{m}{M}=\frac{0.25132\ \mathrm{g}}{4.00260\ \mathrm{g\ mol^{-1}}}=0.062789\ \mathrm{mol}$$

د ایدیال گاز د حالت د معادلې پر اساس لیکو چې:

$$R=\frac{pV}{nT}$$

$$R=\frac{(2.0182\times10^4\ \mathrm{Pa})\times(2.0000\times10^{-2}\ \mathrm{m^3})}{(0.062789\ \mathrm{mol})\times(773.15\ \mathrm{K})}=\boxed{8.3147\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}}$$

$$R=8.3145\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}}.$$

د R ډیر دقیق قیمت (R = 8,3145 j k mol) دی. او دا هغه وخت دی چې گاز د ایدیال گاز حالت(p=0)

ولري په(A -1) شکل کې که د (P Vm / T) اوP د ارتباط څخه لاس ته راغلی مستقیم خط اکسترا پولیشن کړو نو د R قیمت په (P = 0) کې لاس ته راځي.

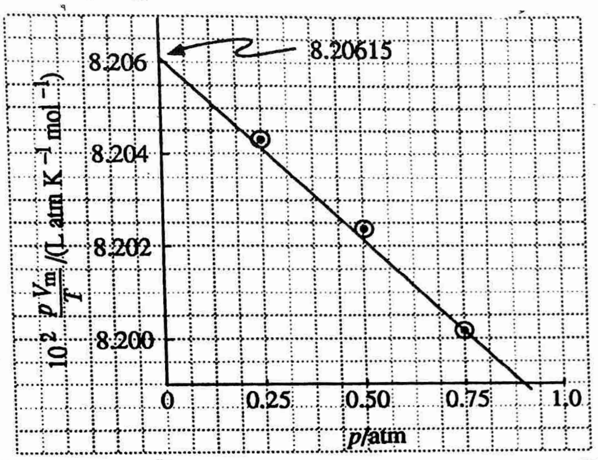
-b

$$P\ V=n\ RT=(m/M)\ RT$$

$$M=(m\ /\ V\ ).(RT/P\ )=\rho(RT/P)$$

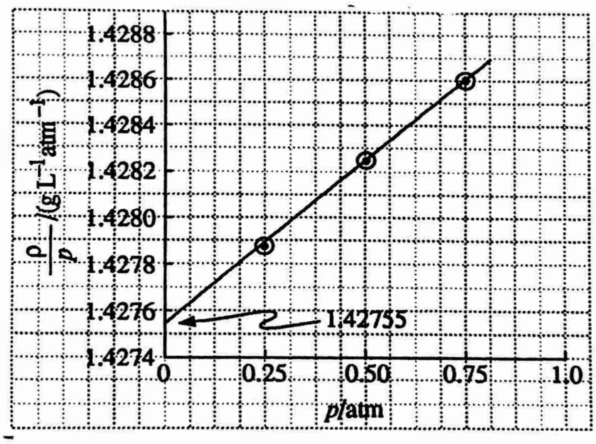
د M دقیق قیمت هغه وخت لاس ته راځي چې اکسیجن په ورکړل شویو شرایطو کې ایدیال گاز (P = 0) وي اوس نو د (ρ/ P) او P گراف د ورکړل شوي جدول له مخې رسموو او لاس ته راغلی مستقیم خط اکستراپولیشن کوو په دې ډول د(ρ/ P) قیمت په (p = 0) دگراف څخه لاس ته راځي

$$\left(\frac{pV_m}{T}\right)_{p=0} = \boxed{0.0820615\ \text{L atm K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}}$$



گراف(P Vm / T)او ρ د: شکل (1- A)

$$\left(\frac{\rho}{p}\right)_{p=0} = 1.42755\ \text{g L}^{-1}\ \text{atm}^{-1}$$



گراف (ρ/ P) او P د: شکل (1- B)

$$M = RT\left(\frac{\rho}{p}\right)_{p=0} = (0.0820615\ \text{L atm mol}^{-1}\ \text{K}^{-1}) \times (273.15\ \text{K}) \times (1.42755\ \text{g L}^{-1}\ \text{atm}^{-1})$$

$$= \boxed{31.9987\ \text{g mol}^{-1}}$$

7- د تودوخې په $500^{o}c$ او د 699torr فشار لاندې د سلفر د بخار کثافت $3.71\ kg\ m^{-3}$, 0 دي د سلفر ماليکولي فورمول پيدا کړي

حل:

دا چې فشار کم (P < 1) دی نو د سلفر بخار ايديال ګاز حسابولای شو او ليکو:

$$PV = (m/M)RT$$

$$M = (m/V)\ .(RT/P)$$

$$M = \rho\ (RT/P)$$

$$M = \rho\left(\frac{RT}{p}\right) = (3.71\ g\ L^{-1}) \times \frac{(0.0821\ L\ atm\ mol^{-1}\ K^{-1}) \times (773\ K)}{(699\ Torr) \times \left(\frac{1\ atm}{760\ Torr}\right)} = 256\ g\ mol^{-1}$$

د سلفر په يو ماليکول کې د سلفر د اتومو شمير $= 256\ g\ mol^{-1} / 32g\ mol^{-1} = 8$

پس د سلفر په بخار کې د سلفر د ماليکول فورمول (S_8) دی.

8- د يوې کوټې حجم $400\ m^3$ دی که په کوټه کې د تودوخې درجه $27\ ^{o}c$ وي او په دغه ورځ د هوا رطوبت 60 فيصده وي نو په دغه کوټه کې د هوا کتله حساب کړئ.

حل:

د تودوخې په 300 k کې د اوبو د مشبوع بخار فشار 26, 74 Torr دی پس د کوټې په هوا کې د 60 فيصده د اوبو د بخار فشار مساوي کيږي.

$$P_{H_2O} = (0,60).\ 26,74\ Torr = 16\ Torr$$

که د کوټې هوا په ورکړل شويو شرايطو کې ايديال ګاز قبول شي نو ليکو:

$$PV = (m/M)RT$$

$$m. = PVM/RT$$

$$m = \frac{pVM}{RT} = \frac{(16\ \text{Torr}) \times \left(\frac{1\ \text{atm}}{760\ \text{Torr}}\right) \times (400\ \text{m}^3) \times \left(\frac{10^3\ \text{L}}{\text{m}^3}\right) \times (18.02\ \text{g mol}^{-1})}{(0.0821\ \text{L atm K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (300\ \text{K})} = 6.2 \times 10^3\ \text{g} = \boxed{6.2\ \text{kg}}$$

9– د تودوخې په $27\ ^{\circ}C$ او د 740 Torr فشار لاندې د هوا کثافت $1{,}146\ g\ L^{-1}$ دی. په دغه هوا کې د نایتروجن او اکسیجن مولي قسمتونه او جزئي فشارونه حساب کړئ.

a– که فرض شي چې هوا له همدغه دوه گازاتو څخه جوړه ده

b– که فرض شي چې په هوا کې له دغه دوه گازاتو پرته یو فیصد ارگون هم شته.

حل: د هوا د ورکړل شوي کثافت څخه ښکاري چې د یو لیتر گاز کتله د m_T سره مساوي ده :

$$m_T = n_{N_2} \cdot M_{N_2} + n_{O_2} \cdot M_{O_2} = 1{,}146\ g \qquad -a$$

که دغه هوا په یو لیتره بالون کې بنده او په ورکړل شویو شرایطو کې ایدیال گاز په پام کې ونیول شي نو لیکو

$$P_T V = n_T R T$$

دلته P_T ټول فشار او n_T د هوا د اجزاوو د مولونو مجموعه او V د بند بالون حجم ښئ

$$n_T = \frac{p_T V}{RT} = \frac{(740\ \text{Torr}) \times \left(\frac{1\ \text{atm}}{760\ \text{Torr}}\right) \times (1\ \text{L})}{(0.08206\ \text{L atm K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (300\ \text{K})} = 0.0395\bar{5}\ \text{mol}$$

$$n_T = n(N_2) + n(O_2) = 0{,}03955\ mol \qquad -b$$

د a او b معادلو په پام کې نیولو سره لیکو چې:

$$n(N_2)\ (28{,}036\ g\ mol^{-1}) + [0{,}03955\ mol - n(N_2)]\ .\ (31{,}9988\ g\ mol^{-1}) = 1{,}146 g$$

$$(1{,}2655 - 1{,}146)\ g = (3{,}9852\ g\ mol^{-1})\ (n(N_2))$$

$$n(N_2) = 0{,}02999\ mol$$

$$n(O_2) = n_T - n(N_2) = (0{,}03955 - 0{,}02999)\ mol = 9{,}5\ mol$$

دواړو گازاتو مولي قسمتونه $X(N_2) = \frac{0.0299\bar{9}\ \text{mol}}{0.0395\bar{5}\ \text{mol}} = \boxed{0.758\bar{3}}$ $\quad x_{O_2} = \frac{9.56 \times 10^{-3}\ \text{mol}}{0.0395\bar{5}\ \text{mol}} = \boxed{0.241\bar{7}}$

د نایتروجن جزئ فشار $P(N_2) = (0{,}758\bar{3}) \times (740\ \text{Torr}) = \boxed{561\ \text{Torr}}$

د اکسیجن جزئي فشار $P_{(O2)} = (0.241\bar{7}) \times (740\ Torr) = \boxed{179\ Torr}$

ټول فشار $(561 + 179)\ Torr = 740\ Torr$

b- د دې جز د حل دپاره د هوا ټول فشار P_T د مولو ټول شمير n_T او ټوله کتله m_T چې تجربتاً تعین شوی دی ثابت نیسو او د اکسیجن او نایتروجن مولي قسمتونه او جزئي فشارونه د a جز په پرتله یو فیصد کم نیسو او لیکو چې:

$$x_{N_2} = (0.9900) \times (0.758\bar{3}) = \boxed{0.750\bar{7}}$$

$$x_{O_2} = (0.9900) \times (0.241\bar{7}) = \boxed{0.239\bar{3}}$$

$$x_{Ar} = 0.0100$$

$$p_{N_2} = x_{N_2} p_T = (0.750\bar{7}) \times (740\ Torr) = 555.\bar{5}\ Torr$$

$$p_{O_2} = x_{O_2} p_T = (0.239\bar{3}) \times (740\ Torr) = 177.\bar{1}\ Torr$$

$$p_{Ar} = x_{Ar} p_T = (0.0100) \times (740\ Torr) = 7.4\ Torr$$

ټول فشار $= P_T = 740\ Torr$

اوس که د درې وارو گازاتو مولي قسمتونه (X) د مولو په ټول شمير (n_T) کې ضرب کړو د هر گاز د مولو شمير لاس ته راځي چې د هغوئ مجموعه بیرته د (n_T) سره مساوي کیږي.

$$n_{N_2} = x_{N_2} \times n_T = (0.750\bar{7}) \times (0.0395\bar{5}\ mol) = 0.0296\bar{9}\ mol$$

$$n_{O_2} = x_{O_2} \times n_T = (0.239\bar{3}) \times (0.0395\bar{5}\ mol) = 0.00946\ mol$$

$$n_{Ar} = x_{Ar} \times n_T = (0.0100) \times (0.0395\bar{5}\ mol) = 0.00040\ mol$$

د مولو ټول شمير $Sum = n_T = 0.0395\bar{5}$ (checks)

10– د ګازاتو په یوه کډوله کې 320 ملي ګرامه میتان ، 175 ملي ګرامه ارګون او 225 ملي ګرامه نیون موجود دي. د نیون جزئي فشار د تودوخې په 300 k کې د 66,5 Torr سره مساوي دي. د دغه کډولې فشار او حجم حساب کړئ.

دغه ګازات ټول په یو لوښي کې دي نو د هغوئ حجم یو شی دی.

$$V = \frac{n_J RT}{p_J} \qquad n_{Ne} = \frac{0.225\ g}{20.18\ g\ mol^{-1}} = 1.11\bar{5} \times 10^{-2}\ mol, \qquad p_{Ne} = 66.5\ Torr,\ T = 300\ K$$

$$V = \frac{(1.11\bar{5} \times 10^{-2}\ mol) \times (62.36\ L\ Torr\ K^{-1}\ mol^{-1}) \times (300\ K)}{66.5\ Torr} = 3.13\bar{7}\ L = \boxed{3.14\ L}$$

د ګاز ټول فشار په لوښي کې د ټولو مولو په شمیر پورې اړه لري پس لیکو:

$$, n = n_{CH_4} + n_{Ar} + n_{Ne}.$$

$$n_{CH_4} = \frac{0.320\ g}{16.04\ g\ mol^{-1}} = 1.99\bar{5} \times 10^{-2}\ mol \qquad n_{Ar} = \frac{0.175\ g}{39.95\ g\ mol^{-1}} = 4.38 \times 10^{-3}\ mol$$

$$n = (1.99\bar{5} + 0.438 + 1.11\bar{5}) \times 10^{-2}\ mol = 3.54\bar{8} \times 10^{-2}\ mol$$

$$p = \frac{nRT}{V}[1] = \frac{(3.54\bar{8} \times 10^{-2}\ mol) \times (62.36\ L\ Torr\ K^{-1}\ mol^{-1}) \times (300\ K)}{3.13\bar{7}\ L} = \boxed{212\ Torr}$$

10a– په 330 k او 150 Torr فشار لاندې یو مرکب د ګاز حالت لري او د دغه شرایطو لاندې کثافت $1,23\ g\ L^{-1}$ دی. د دغه مرکب مالیکولي کتله حساب کړئ.

حل:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} R T$$

$$M = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{P}$$

$$M = \rho \frac{RT}{p},$$

$$M = \frac{(1.23\ g\ L^{-1}) \times (62.36\ L\ Torr\ K^{-1}\ mol^{-1}) \times (330\ K)}{150\ Torr} = \boxed{169\ g\ mol^{-1}};$$

b– د تودوخې په 298 K او 152 Torr فشار لاندې د $250\ cm^3$ ګاز کتله 33,5ملي ګرامه ده د نوموړي ګاز ماليکولي کتله حساب کړئ.

حل :

$$M = \rho\frac{RT}{p}$$

$$\rho = \frac{33.5\ mg}{250\ mL} = 0.134\bar{0}\ g\ L^{-1}, \quad p = 152\ Torr, \quad T = 298\ K$$

$$M = \frac{(0.134\bar{0}\ g\ L^{-1}) \times (62.36\ L\ Torr\ K^{-1}\ mol^{-1}) \times (298\ K)}{152\ Torr} = \boxed{16.4\ g\ mol^{-1}}$$

11– د هوا کثافت $\rho\ (g\ L^{-1})$ د تودوخې په $100\ \mathring{c}$ ، 0 او85 – کې په لاندې جدول کې ورکړل شوی دی.

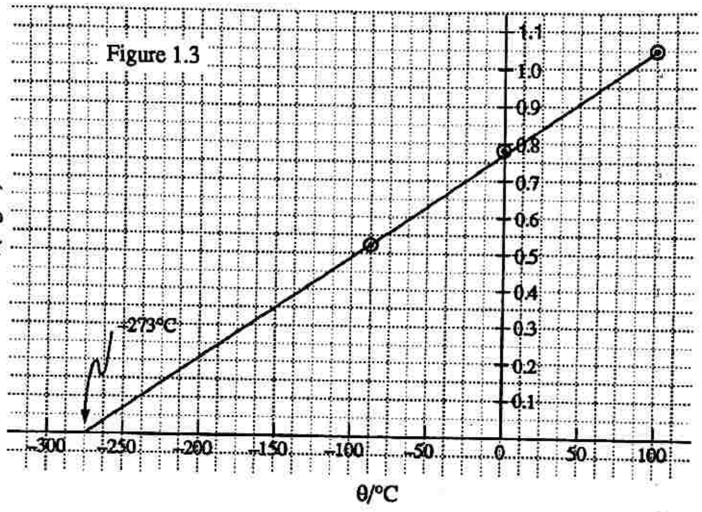
$\theta/°C$	$\rho/(g\ L^{-1})$	$V/(L\ g^{-1})$
−85	1.877	0.5328
0	1.294	0.7728
100	0.946	$1.05\bar{7}$

د دې معلوماتو په مرسته د تودوخې د مطلق صفر قيمت پيدا کړئ

حل:

د پورتني جدول له مخې د (V - θ) ګراف رسمو. لاس ته راغلی مستقيم خط اکستراپوليشن کوو.

ليدل کيږي چې دغه مستقيم خط د θ محور په ($273\ \mathring{c}$ -) کې قطع کوي . ($273\ \mathring{c}$ -)ته د تودوخې مطلق صفر درجه وائي.



(C – 1) شکل: د اید یال گاز د حجم (V) او د تودوخې د درجې (θ c̊) ارتباط

12 - د چارلس قانون په لاندې ډول هم افاده کیږي:

$$V = V_0 (1 + \alpha \theta)$$

دلته θ د سانتیگراد درجه، α یو ثابت عدد او V_0 د امتحاني گاز حجم د تودوخې په c̊ 0 کې دی. د تودوخې په صفر درجه کې د نایتروجن د گاز دپاره د α قیمتونه په لاندې جدول کې ورکړل شویدي:

P/ torr	749,7	599, 6	333,1	98,6
$10^3.\alpha / (°c^{-1})$	3,6	3,6	3,6	3,6

د دې جدول له مخې د تودوخې مطلق صفر درجه د سانتیگیراد په درجه بندئ پیدا کړئ

حل:

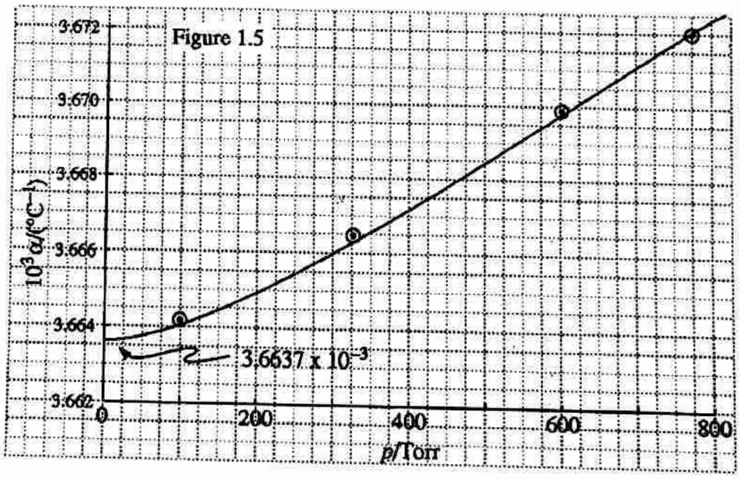
دا تصور چې د ګاز حجم د تودوخې په مطلق صفر درجه کې صفر دی په پام کې نیسو او لیکو چې:

$$V = V_0 (1 + \alpha \theta)$$

$0 = V_0 (1 + \alpha \theta$ (مطلق صفر

پس θ مطلق صفر $= -1 / \alpha$

اوس د پورتني جدول له مخې د ($\alpha - P$) ګراف رسموو. او څرنګه چې هر ګاز د ډیر ټیټ فشار لاندې ($P = 0$) ایدیال ګز بلل کیدای شي نو د پورتني ګراف د اکستراپولیشن څخه د $P = 0$ په فشار کې د α قیمت $\alpha = 3,6637 . 10^{-3} (c^{\circ})^{-1}$ لاس ته راځي. اوس:



(D - 1)شکل: د ($\alpha - P$) ګراف

اوس د α دا قیمت په پورتنۍ افاده کې ږدو او لیکو چې:

$$\theta \text{ مطلق صفر} = (-1 / \alpha) = -1 / 3,6637 . 10^{3} (c^{\circ})^{-1} = -272,95 \, c^{\circ}$$

13– د مترولوجي یو بالون د تودوخې په $20 \, c^{\circ}$ کې د بحر د سطحې مطابق ارتفاع څخه هوا ته الوزي په دې ارتفاع کې د دغه بالون شعاع 1,0m ده کله چې بالون اعظمي ارتفاع ته رسیږي هلته د تودوخې درجه $-20 c^{\circ}$ ده

او په دې ارتفاع دغه بالون شعاع 3m ته رسیږي. وواياست چې په دې ارتفاع د بالون په داخل کې فشار څو دی.

حل:

د(1-3) معادلې پر اساس لیکو چې:

$$\frac{p_f V_f}{T_f} = \frac{p_i V_i}{T_i}$$

$$p_f = \frac{V_i}{V_f} \times \frac{T_f}{T_i} \times p_i$$

$$V_i = \frac{4}{3}\pi r_i^3 \qquad ; V_f = \frac{4}{3}\pi r_f^3$$

$$p_f = \left(\frac{(4/3)\pi r_i^3}{(4/3)\pi r_f^3}\right) \times \frac{T_f}{T_i} \times p_i = \left(\frac{r_i}{r_f}\right)^3 \times \frac{T_f}{T_i} \times p_i = \left(\frac{1.0\ \text{m}}{3.0\ \text{m}}\right)^3 \times \left(\frac{253\ \text{K}}{293\ \text{K}}\right) \times (1.0\ \text{atm}) = \boxed{3.2 \times 10^{-2}\ \text{atm}}$$

14- د دای ایتایل ایتر وزنې کثافت د تودوخې په $^{\circ}C$ 25 کې په (8-1)جدول کې ورکړل شویدی:

د دې ارقامو په مرسته د یو گاز (چې مولي کتله ئې M ده) د P او ρ ارتباط پیدا کړئ او هم د دغه گاز مولي کتله معلومـــه کړئ. دا په پام کې ونیسئ چې هر گاز د ډیر ټیټ فشار لاندې ایدیال گاز حالت ته نژدې کیږي.

حل:

د ایدیال گاز د حالت د معادلې څخه لیکو:

$$n = PV / RT$$

$$n = m / M$$

$$\rho = m / V = MP / RT$$

$$P = \rho \frac{RT}{M}$$

$$P / \rho = RT / M$$

$$M = \frac{RT}{P / \rho}$$

اوس د (1-8)جدول په اساس د P او (ρ / P) ګراف رسموو. د لاس ته راغلی مستقیم خط د اکستراپولیشن څخه د P = 0 ته نژدې فشار لاندې د (ρ / P) قیمت $(P/\rho) = 5{,}39 \cdot 10^{4}\ m^{2} \cdot S^{-2}$ لاس ته راځي.

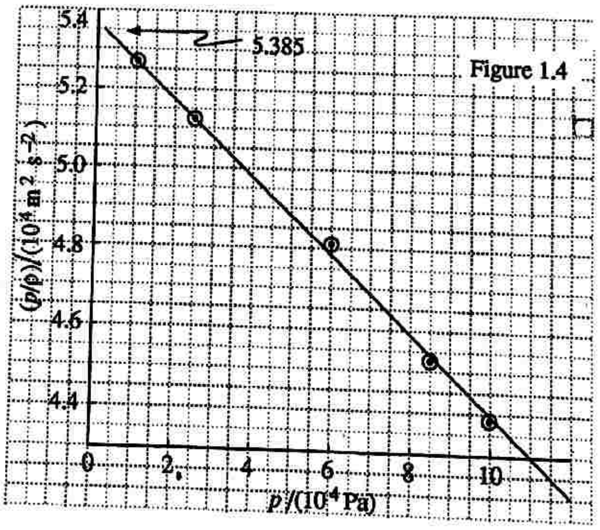
(1-8) جدول:

$\rho/(g\ L^{-1}) = \rho/(kg\ m^{-3})$;

$$1\ Torr = (1\ Torr) \times \left(\frac{1\ atm}{760\ Torr}\right) \times \left(\frac{1.013 \times 10^{5}\ Pa}{1\ atm}\right) = 133.3\ Pa$$

p/Torr	91.74	188.98	277.3	452.8	639.3	760.0
$p/(10^{4}\ Pa)$	1.223	2.519	3.696	6.036	8.522	10.132
$\rho/(kg\ m^{-3})$	0.232	0.489	0.733	1.25	1.87	2.30
$\left(\frac{p}{\rho}\right)/(10^{4}\ m^{2}\ s^{-2})$	5.27	5.15	5.04	4.83	4.56	4.41

$$M = \frac{RT}{5.39 \times 10^{4}\ m^{2}\ s^{-2}} = \frac{(8.314\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}) \times (298.15\ K)}{5.39 \times 10^{4}\ m^{2}\ s^{-2}} = 0.0460\ kg\ mol^{-1} = \boxed{46.0\ g\ mol^{-1}}$$



(1- E)شکل د P او (ρ / P) ګراف

15 ـ یو کروي بالون چې شعاع ئې 3,0 m ده په پام کې نیسو.
تاسې په داسې یو ځای کې یاست چې ارتفاع ئې د بحر د سطحې سره برابره او د هوا د تودوخې درجه 25 $^{\circ}$c ده.

a ـ څو موله هیدروجن ګاز ته ضرورت لري چې دغه بالون ته ئې پمپ کړي تر څو بالون دومره وپړسیږي چې د هغه په داخل کې فشار (1 atm) شي.
b- په همدغه ځای کې دغه بالون څومره بار جګولی شي.
C - که د هایدروجن په ځای هیلیم وکاروئ نو په هغه صورت کې به دغه بالون څومره بار جک کړای شي.
حل: a
د ایدیال ګاز د حالت د معادلې پر اساس لیکو:

$$n = \frac{PV}{RT} \quad , \quad V = (4/3)\pi r^3 = (4\pi/3)\,(3{,}0\ m)^3 = 113\ m^3$$

$$P = 1\ atm \quad , \quad T = 298\ k$$

$$n. = \frac{1{,}0\ atm\ .\ 113\ m^3\ .10^3\ L}{0{,}082\ L\ atm\ k^{-1} mol^{-1}\ .\ 298\ k} = 4,62\ .\ 10^3\ mol$$

b_ کله چې بالون ته هایدروجن داخلیږي نو هغه د هوا ځای نیسي او هوا د بالون څخه راوړي. مګر هایدروجن سپک او هوا درنه ده او د هوا او هایدروجن د کتلو تفاوت د هغه بار د کتلې سره مساوي دی چې دغه بالون ئې جګولی شي پس لیکو چې:

بالون ته د داخل شوي هایدروجن کتله $m_{(H2)} = n \cdot M_{(H2)} = (4{,}62\ .\ 10^3\ mol)\ .\ (2{,}02\ g\ mol^{-1}) = 9{,}33.10^3\ g$

د بالون څخه د وتلې هوا کتله $m_{(هوا)} = (113\ m^3)\ .\ (1,22\ kg\ .m^{-3}) = 1{,}38\ .10^2\ kg$

د هغه بار کتله کوم چې بالون ئې جګولی شي $= (138\ kg) - (9{,}33\ kg) = 1{,}3\ .\ 10^2\ kg$

-C
بالون ته د داخل شوي هیلیم کتله $m(He) = n\,M(He) = 4{,}62\ .10^3\ mol\ (4{,}00\ g\ mol^{-1}) = 18kg$

د هغه بار کتله کوم چې بالون ئې جګولی شي $= 138\ kg - 18\ kg = 1{,}2\ .10^2\ kg$

16_ یو لوښی چې حجم ئې 22,4 L دی په هغه کې 2,0 mol هایدروجن ګاز او 1,0 mol د نایتروجن ګاز د تودوخې په 273,15 k کې یو ځای شوي دي. د تعامل دپاره د مناسبو شرایطو د برابرولو وروسته ټول هایدروجن د معادل مقدار نایتروجن سره تعامل کوي. په آخر کې د دغه سیستم ټول فشار او هم د هر ګاز جزئي فشارونه حساب کړئ.

حل:

فرض کوو چې د هایدروجن او نایتروجن د تعامل شرایط داسې دي چې دغه تعامل غیر رجعي یعنې مکمل صورت مومي.

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

په دې صورت کې په سیستم کې د مولو شمیر او جزئي فشارونه په لاندې جدول کې ورکړل شوي دي.

مواد	N_2	H_2	NH_3	tot
د مولو لومړنی شمیر	n.	n´	0	n + n´
د تعامل په اخر کې د مولو شمیر	n. – (1/3) n´	0	(2/3) n´	n +(1/3) n´
د مولو شمیر په عدد	0, 33 mol	0	1 , 33 mol	1, 66 mol
مولي قسمتونه	0, 20	0	0, 8	1

د دغه سیستم ټول فشار مساوي کیږي:

$$p = \frac{nRT}{V} = (1.66\ \text{mol}) \times \left(\frac{(8.206 \times 10^{-2}\ \text{L atm K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (273.15\ \text{K})}{22.4\text{L}}\right) = \boxed{1.66\ \text{atm}}$$

$$p(H_2) = x(H_2)p = \boxed{0}$$

$$p(N_2) = x(N_2)p = (0.20) \times (1.66\ \text{atm}) = \boxed{0.33\ \text{atm}}$$

$$p(NH_3) = x(NH_3)p = (0.80) \times (1.66\ \text{atm}) = \boxed{1.33\ \text{atm}}$$

17– د تودوخې په 350k او د 2,3 atm فشار لاندې د کلورین د گاز مولي حجم حساب کړئ.

a– د ایدیال گاز د حالت د معادلې پر اساس (1-2)

b_ د واندروالس د معادلې پر اساس. (1-18)

حل

$$\text{(a)}\quad V_m = \frac{RT}{p} = \frac{(8.206\times10^{-2}\,\mathrm{L\,atm\,K^{-1}\,mol^{-1}})\times(350\,\mathrm{K})}{2.30\,\mathrm{atm}} = \boxed{12.5\,\mathrm{L\,mol^{-1}}}$$

$$\text{(b)}\quad p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}\ [22b],\qquad V_m = \frac{RT}{\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)} + b$$

اوس د (7 - 1) جدول څخه د a او b قیمتونه په پام کې نیسو اولیکو:

$$V_m \approx \frac{(8.206\times10^{-2}\,\mathrm{L\,atm\,K^{-1}\,mol^{-1}})\times(350\,\mathrm{K})}{(2.30\,\mathrm{atm}) + \left(\frac{6.493\,\mathrm{L^2\,atm\,mol^{-2}}}{(12.5\,\mathrm{L\,mol^{-1}})^2}\right)} + (5.622\times10^{-2}\,\mathrm{L\,mol^{-1}})$$

$$\approx \frac{28.7\bar{2}\,\mathrm{L\,mol^{-1}}}{2.34} + (5.622\times10^{-2}\,\mathrm{L\,mol^{-1}}) \approx \boxed{12.3\,\mathrm{L\,mol^{-1}}}$$

دویم : د گاز د مالیکولو سرعت، د مالیکولو د ټکرونو د فریکونسی Z ، د مالیکولو د ټکرونو تر منځ دمتوسطې خلاصې لار λ او د گاز د انقباض د فکتور z محاسبه:

18-د تودوخې په 20 c° کې د هایدروجن د مالیکولو او د سیمابو د اتومو د متوسط سرعتونو او د متوسطې کنتیکي انرژي نسبتونه پیدا کړی.

حل:

- د گاز دمالیکولونو د متوسط سرعت افاده لاندې ورکړل شوې ده. (3-1-1) .

$$\bar{C} = (8RT/\pi M)^{1/2}$$

پس لیکو چې:

$$C(H_2)/C(Hg) = (M(Hg)/M(H_2))^{1/2} = (200,64/2,0164)^{1/2} = 9,975$$

b– د ګاز د ماليکولو د متوسطې کنتيکې انرژي افاده په لاندې ډول ده.

$$E = 1/2\, m <V^2>$$

$$E = 1/2\, m\, C^2$$

$$C = \sqrt{<V^2>}$$

او د بلې خوا لرو چې

$$C = (3RT/M)^{1/2} \qquad (1\text{-}15)$$

په پورتنيو افادو کې C د ماليکولو د متوسط سرعت د مربع $<V^2>$ دويم جذر m د يوه ماليکول کتله M ($M = N_A . m$) د مربوطه مادې مولي کتله ښيئ.

پس د هايدروجن دماليکولو او د سيمابو د اتومو د کنتيکي انرژي نسبت مساوي کيږي:

$$\frac{\overline{\varepsilon}(H_2)}{\overline{\varepsilon}(Hg)} = \frac{\frac{1}{2} m(H_2)\left[\frac{3RT}{M(H_2)}\right]}{\frac{1}{2} m(Hg)\left[\frac{3RT}{M(Hg)}\right]} = \boxed{1}$$

19– په يو ليتره شيشه ئي ګروپ کې د هايدروجن $1{,}0 \, . \, 10^{23}$ ماليکولونه ځای شوي دي. که د دغه ګاز فشار 100 Kpa وي

a– د دغه ګاز د تودوخې درجه حساب کړئ

b– د دغه ګاز د ماليکولو د متوسط سرعت د مربع دويم جذر پيدا کړئ که په دغه ګروپ کې د هايدروجن پر ځای د اکسيجن ماليکولونه وای نو ايا د دې ګاز د تودوخې درجې به فرق درلود او که نه؟

حل:

a– فرض کوو چې د هايدروجن ګاز په ورکړل شويو شرايطو کې ايديال ګاز دی نو ليکو:

a- $T = \frac{pV}{nR}$

$$n = \frac{1.0 \times 10^{23}\ \text{molecules}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{molecules mol}^{-1}} = 0.16\bar{6}\ \text{mol}$$

$$T = \frac{(1.00 \times 10^{5}\ \text{Pa}) \times (1.0\ \text{L}) \times \left(\frac{1\ \text{m}^3}{10^3\ \text{L}}\right)}{(0.16\bar{6}\ \text{mol}) \times (8.314\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1})} = \boxed{72\ \text{K}}$$

(b) $c = \left(\frac{3RT}{M}\right)^{1/2} = \left(\frac{3 \times (8.314\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (72.\overline{46}\ \text{K})}{2.016 \times 10^{-3}\ \text{kg mol}^{-1}}\right)^{1/2} = \boxed{9.5 \times 10^{2}\ \text{m s}^{-1}}$

که د اکسیجن مالیکولونه همدغه حجم کې د هایدروجن د مالیکولو په اندازه فشار منځ ته راوړي نو د دې ګاز د تودوخې درجه به هم د هایدروجن د ګاز د درجې په اندازه وي.

20 – په لابراتوار کې د سانتیګراد په 25 درجو کې د خلا جوړولو یو ډیر ښه پمپ د 1n Torr په اندازه خلا جوړولای شي. که فرض شي چې هوا یوازې د نایتروجن د مالیکولو څخه جوړه ده او په پورتنیو شرایطو کې د دغه مالیکولونو د ټکرونو قطر 395 Pm دی نو حساب کړئ:

a– دمالیکولو متوسط سرعت . b– دمالیکولو متوسطه خلاصه لاره . C– په دغه هوا کې د مالیکولو د ټکرونو فریکونسي.

حل:

د ګاز د مالیکولو متوسط سرعت په دغه شرایطو کې مساوي کیږي:

-a $\bar{c} = \left(\frac{8RT}{\pi M}\right)^{1/2} = \left(\frac{8 \times (8.314\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (298\ \text{K})}{\pi \times (28.02 \times 10^{-3}\ \text{kg mol}^{-1})}\right)^{1/2} = \boxed{4.75 \times 10^{2}\ \text{m s}^{-1}}$

b– د مالیکولو متوسطه خلاصه لار مساوي کیږي:

$$\lambda = \frac{kT}{\sqrt{2}\,\sigma p}$$

د σ قیمت مساوي کیږي

$$\sigma = \pi d^2 = \pi \times (3.95 \times 10^{-10}\ \text{m})^2 = 4.90 \times 10^{-19}\ \text{m}^2.$$

$$\lambda = \frac{(1.381 \times 10^{-23}\ \text{J K}^{-1}) \times (298\ \text{K})}{(\sqrt{2}) \times (4.90 \times 10^{-19}\ \text{m}^2) \times (1 \times 10^{-9}\ \text{Torr}) \times \left(\frac{1\ \text{atm}}{760\ \text{Torr}}\right) \times \left(\frac{1.013 \times 10^{5}\ \text{Pa}}{1\ \text{atm}}\right)} = \boxed{4 \times 10^{4}\ \text{m}}$$

C– د مالیکولو د ټکرونو فریکونسي مساوي کیږي.

$$z = \frac{\bar{c}}{\lambda} = \frac{4.75 \times 10^{2}\ \text{m s}^{-1}}{4.46 \times 10^{4}\ \text{m}} = \boxed{1 \times 10^{-2}\ \text{s}^{-1}}$$

پس د دوه پر له پسي ټکرو تر منځ د وخت واټن 100 ثانې دی.

21– د کوم فشار لاندې د ارګون د ماليکولو خلاصه لاره د يو ليتره لوښي د لوی والي سره پرتله کيدای شي دلته د σ قيمت($\sigma = 0,36\ nm^2$) په پام کې ونيسئ.

حل:

$$\lambda = \frac{kT}{2^{1/2}\ \sigma p} \qquad p = \frac{kT}{2^{1/2}\ \sigma\lambda}$$

$$\lambda \approx 10\ cm = \sqrt[3]{1000\ cm^3}$$

$$p = \frac{(1.381 \times 10^{-23}\ J\ K^{-1}) \times (298.15\ K)}{(2^{1/2}) \times (0.36 \times 10^{-18}\ m^2) \times (0.10\ m)} = \boxed{0.081\ Pa}$$

22– د تودوخې په $25c^{\circ}$ کې د کوم فشار لاندې د ارګون د ماليکولو متوسطه خلاصه لار د دغه ګاز د اتومو د لوی والي سره پرتله کيدای شي.

حل :

$$p = \frac{kT}{2^{1/2}\ \sigma\lambda}$$

$$\sigma = \pi d^2, \quad d = \left(\frac{\sigma}{\pi}\right)^{1/2} = \left(\frac{0.36\ nm^2}{\pi}\right)^{1/2} = 0.34\ nm$$

$$p = \frac{(1.381 \times 10^{-23}\ J\ K^{-1}) \times (298\ K)}{(2^{1/2}) \times (0.36 \times 10^{-18}\ m^2) \times (0.34 \times 10^{-9}\ m)} = \boxed{2.4 \times 10^7\ Pa}$$

دا فشار تقريباً 240 اتوموسفيره سره مساوي کيږي. د ارګون ګاز د دې فشار لاندې په مخصوصو سلندرونو کې ساتې.

23– د بحر د سطحې څخه په 20 km لوړ ځای کې د تودوخې درجه 217 k او فشار 0,050 atm دی. په دی ځای کې د نايتروجن د ماليکولو متوسطه خلاصه لار حساب ک ړئ:

دلته د σ قيمت($\sigma = 0,43\ nm^2$) په پام کې ونيسئ

حل :

$$\lambda = \frac{kT}{2^{1/2}\ \sigma p} = \frac{(1.381 \times 10^{-23}\ \mathrm{J\ K^{-1}}) \times (217\ \mathrm{K})}{(2^{1/2}) \times (0.43 \times 10^{-18}\ \mathrm{m^2}) \times (0.05) \times (1.013 \times 10^5\ \mathrm{Pa})} = 9.\overline{73} \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$$

$$= \boxed{1 \times 10^3\ \mathrm{nm}}$$

24– حساب کړئ چې د ارګون یو اتوم په یوه ثانیه څو ټکرونه کوي که چیرې د دغه ګاز د تودوخې درجه $25c^{\circ}$ او فشارونه ئې a - لس اتوموسفیره b - یو اتومړسفیر C - یو مکرو اتوموسفیر وي .

حل:

د ټکرونو فریکونسي په لاندې فورمول حسابیدای شي.

$$z = \frac{2^{1/2}\ \sigma \bar{c} p}{kT}$$

$$\bar{c} = \left(\frac{8RT}{\pi M}\right)^{1/2} \qquad = \left(\frac{8kT}{\pi m}\right)^{1/2}$$

$$z = (2^{1/2}) \times \sigma \times \left(\frac{8kT}{\pi m}\right)^{1/2} \times \left(\frac{p}{kT}\right) = \left(\frac{16}{\pi m kT}\right)^{1/2} \times \sigma p$$

$$= \left(\frac{16}{\pi \times (39.95) \times (1.6605 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}) \times (1.381 \times 10^{-23}\ \mathrm{J\ K^{-1}}) \times (298\ \mathrm{K})}\right)^{1/2}$$

$$\times (0.36 \times 10^{-18}\ \mathrm{m^2}) \times (p)$$

$$= (4.92 \times 10^4\ \mathrm{s^{-1}}) \times (p/\mathrm{Pa}) = (4.92 \times 10^4\ \mathrm{s^{-1}}) \times (1.0133 \times 10^5) \times (p/\mathrm{atm})$$

$$= (4.98 \times 10^9\ \mathrm{s^{-1}}) \times (p/\mathrm{atm})$$

a - که P = 10 atm وي $z = \boxed{5 \times 10^{10}\ \mathrm{s^{-1}}}$

b - که P= 1 atm وي $z = \boxed{5 \times 10^9\ \mathrm{s^{-1}}}$

C - که $P = 10^{-6}$ atm وي $z = \boxed{5 \times 10^3\ \mathrm{s^{-1}}}$

پورتنۍ محاسبه ښئ چې که د تودوخې درجه ثابته وي نو د ټکرونو شمیرد فشار سره مستقیمم تناسب لري.

25– که د هوا د تودوخې درجه $25^{\circ}C$ وي او د σ قيمت (σ = 0,43 m) په پام کې ونيول شي نو په هوا کې د ماليکولو متوسطه خلاصه لار په لاندې فشارونو کې پيدا کړئ.

P = 10 atm -a , P = 1 atm -b , $1 . 10^{-6}$ atm -C

حل:

$$\lambda = \frac{kT}{2^{1/2}\,\sigma p}\,[19] = \frac{(1.381\times10^{-23}\ \mathrm{J\ K^{-1}})\times(298.15\ \mathrm{K})}{(2^{1/2})\times(0.43\times10^{-18}\ \mathrm{m^2})\times(p)} = \frac{6.8\times10^{-3}\ \mathrm{m}}{(p/\mathrm{Pa})} = \frac{6.7\times10^{-8}\ \mathrm{m}}{p/\mathrm{atm}}$$

که P = 10 atm وي نو a- $\lambda = 6{,}7 . 10^{-9}$ m

که P = 1 atm وي نو b- λ = 67 n m

که P = 10^{-6} atm وي نو C- λ = 6,7 cm

پورتنئ محاسبه ښئ چې د ماليکولو د پر له پسې ټکرونو تر منځ د خلاصې لارې اوږدوالى د P او z سره معکوس تناسب لري.

26 – د سرعت په اساس د ماليکولو د ويش د افادې (د ماکسويل افادې) له مخې د تودوخې په 500 k کې د نايتروجن د ماليکولو د هغه ټولګي شمير پيدا کړئ چې سرعت ئې د ($290 - 300\ \mathrm{m\ s^{-1}}$) په واټن کې وي.

حل:

د ماکسويل افاده په لاندې ډول ده :

$$f(s) = 4\pi\left(\frac{M}{2\pi RT}\right)^{3/2} s^2 e^{-Ms^2/2RT}$$

$$\frac{M}{2RT} = \frac{28.02\times10^{-3}\ \mathrm{kg\ mol^{-1}}}{2\times(8.314\ \mathrm{J\ K^{-1}\ mol^{-1}})\times(500\ \mathrm{K})} = 3.37\times10^{-6}\ \mathrm{m^{-2}\ s^2}$$

په سوال کې ورکړ شوي دي چې f(v) د ($290 - 300\ \mathrm{m\ s^{-1}}$) په واټن کې قيمت لري. دغه واټن ډير پراخه نه دى نو کولاى شو چې د هغې منځنى قيمت ($295\ \mathrm{m\ s^{-1}}$) په پام کې ونيسو پس ليکو چې:

$$f(295\ \mathrm{m\ s^{-1}}) = (4\pi)\times\left(\frac{3.37\times10^{-6}\ \mathrm{m^{-2}\ s^2}}{\pi}\right)^{3/2}\times(295\ \mathrm{m\ s^{-1}})^2\times e^{(-3.37\times10^{-6})\times(295)^2}$$

$$= 9.06\times10^{-4}\ \mathrm{m^{-1}\ s}$$

پس د هغه ماليکولو شمير چې سرعت ئې په دغه مشخص واټن کې دی مساوي کيږي:

$$f \times \Delta\upsilon = (9.06 \times 10^{-4}\ m^{-1}\ s) \times (10\ m\ s^{-1}) = \boxed{9.06 \times 10^{-3}}$$

27- که بنزين (C_6H_6) a - ايديال گاز b- بنزين (C_6H_6) د واندروالس گاز فرض کړو نو د يو مول بنزين فشار په لاندې شرايطو کې پيدا کړئ.

T = 273, 15 k , V = 22 , 414 L 1

T = 1000 k , V = 100 cm^3 11

د سوال د حل دپاره د (7 - i) جدول څخه کار واخلئ.

حل:

a— بنزين ايديال گاز فرض کووو او ليکو چې:

(a) $p = \frac{nRT}{V}$

$n = 1.0$ mol, $T = 273.15$ K (i) و 1000 K (ii)

$V = 22.414$ L (i) و 100 cm^3 (ii)

(i) $p = \frac{(1.0\ mol) \times (8.206 \times 10^{-2}\ L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}) \times (273.15\ K)}{22.414\ L} = \boxed{1.0\ atm}$

(ii) $p = \frac{(1.0\ mol) \times (8.206 \times 10^{-2}\ L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}) \times (1000\ K)}{0.100\ L} = \boxed{8.2 \times 10^{2}\ atm}$

b - بنزين د واندروالس گاز فرض کوو او ليکو :

$$p = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{an^2}{V^2}$$

$a = 5.489\ L^2\ atm\ mol^{-2}$, $b = 6.380 \times 10^{-2}\ L\ mol^{-1}$.

(i) $$\frac{nRT}{V-nb}=\frac{(1.0\text{ mol})\times(8.206\times10^{-2}\text{ L atm K}^{-1}\text{ mol}^{-1})\times(273.15\text{ K})}{[22.414-(1.0)\times(6.380\times10^{-2})]\text{ L}}=1.0\overline{03}\text{ atm}$$

$$\frac{an^2}{V^2}=\frac{(5.489\text{ L}^2\text{ atm mol}^{-2})\times(1.0\text{ mol})^2}{(22.414\text{ L})^2}=1.0\bar{9}\times10^{-2}\text{ atm}$$

$$\therefore\ p=1.0\overline{03}\text{ atm}-1.0\bar{9}\times10^{-2}\text{ atm}=0.992\text{ atm}=\boxed{1.0\text{ atm}}$$

(ii) $$\frac{nRT}{V-nb}=\frac{(1.0\text{ mol})\times(8.206\times10^{-2}\text{ L atm K}^{-1}\text{ mol}^{-1})\times(1000\text{ K})}{(0.100-0.06380)\text{ L}}=2.2\bar{7}\times10^3\text{ atm}$$

$$\frac{an^2}{V^2}=\frac{(5.489\text{ L}^2\text{ atm mol}^{-1})\times(1.0\text{ mol})^2}{(0.100\text{ L})^2}=5.4\bar{9}\times10^2\text{ atm}$$

$$\therefore\ p=2.2\bar{7}\times10^3\text{ atm}-5.4\bar{9}\times10^2\text{ atm}=\boxed{1.7\times10^3\text{ atm}}$$

28- د يو ګاز بحراني پارامترونه(Pc , Vc , Tc)حساب کړئ. د واندروالس په معادله کې د a او b قیمتونه د دغه ګاز دپاره په لاندې ډول ورکړل شوي دي:

a = 0, 751 atm L .mol , b = 0,0226 L .mol

حل:

$$V_c=3b=3\times(0.0226\text{ L mol}^{-1})=\boxed{6.78\times10^{-2}\text{ L mol}^{-1}}$$

$$p_c=\frac{a}{27b^2}=\frac{0.751\text{ L}^2\text{ atm mol}^{-2}}{27\times(0.0226\text{ L mol}^{-1})^2}=\boxed{54.5\text{ atm}}$$

$$T_c=\frac{8a}{27Rb}=\frac{8\times(0.751\text{ L}^2\text{ atm mol}^{-2})}{27\times(8.206\times10^{-2}\text{ L atm K}^{-1}\text{ mol}^{-1})\times(0.0226\text{ L mol}^{-1})}=\boxed{120\text{ K}}$$

29– د يو گاز حجم د تودوخې په 350 k کې او د 15 اتوموسفيره فشار لاندې 12 فيصده د هغه حجم څخه کم دی کوم چې د ايديال گاز د معادلې پر اساس لاس ته راغلی دی.

a– د دې شرايطو لاندې د دغه گاز د انقباض فکتور ż حساب کړئ

b– د دغه گاز مولي حجم پيدا کړئ او وواياست چې په دغه گاز کې د ماليکولو تر منځ د جذب او که د دفع قواوې غلبه دي

حل: د يو گاز حقيقي مولي حجم V,m او د ايديال حالت د مولي حجم($\overset{\circ}{V},m$)د نسبت څخه د هغه گاز د انقباض فکتور ż لاس ته راځي. د بلې خوا (17 – 1) افاده په پام کې نيسو او ليکو چې:

$$Z = \frac{pV_m}{RT} = \frac{V_m}{V_m^0}$$

$$V_m^0 = \frac{RT}{p}.$$

دا چې V,m د $\overset{\circ}{V},m$ څخه 12 فيصده کم دی (V ,m = 0, 88 $\overset{\circ}{V},m$) پس ليکو چې:

$$\text{(a)}\quad \dot{Z} = \frac{0.88\,V_m^0}{V_m^0} = \boxed{0.88}$$

$$\text{(b)}\quad V_m = \frac{ZRT}{p} = \frac{(0.88) \times (8.206 \times 10^{-2}\ \text{L atm K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (250\ \text{K})}{15\ \text{atm}} = \boxed{1.2\ \text{L}}$$

V,m < $\overset{\circ}{V},m$ دی پس دلته د ماليکولو تر منځ د جذب قواوې غلبه دي.

30_ د اوبو د بخار کثافت د تودوخې په 776,4 k او 327, 6 atm فشار لاندې (ρ = 133,2 g dm^{-3}) دی.

a– د اوبو مولي حجم پيدا او د دغه معلوماتو په مرسته د اوبو د انقباض فتور حساب کړئ.

b– د واندروالس د افادې څخه د اوبو د انقباض فکتور ż حساب کړئ دلته a= 5,464 L^2 atm .mol^{-2} b= 0,03049L. mol^{-1} په پام کې ونيسئ.

حل:

-a

$$\rho = \frac{M}{V_m} = \frac{\text{molar mass}}{\text{molar volume}} \qquad V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{18.02\ \text{g mol}^{-1}}{133.2\ \text{g L}^{-1}} = \boxed{0.1353\ \text{L mol}^{-1}}$$

$$Z = \frac{pV_m}{RT} = \frac{(327.6\ \text{atm}) \times (0.1353\ \text{L mol}^{-1})}{(0.08206\ \text{L atm K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (776.4\ \text{K})} = \boxed{0.6957}$$

b– د واندروالس د افادې نه لیکو:

$$p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$$

د P قیمت د $\dot{z}$ په افاده کې ږدو او لیکو چې:

$$\dot{Z} = \frac{V_m}{V_m - b} - \frac{a}{V_m RT} = \frac{0.1353\ \text{L mol}^{-1}}{(0.1353\ \text{L mol}^{-1}) - (0.03049\ \text{L mol}^{-1})}$$

$$- \frac{5.464\ \text{L}^2\ \text{atm mol}^{-2}}{(0.1353\ \text{L mol}^{-1}) \times (0.08206\ \text{L atm K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (776.4\ \text{K})} = 1.291 - 0.6339 = \boxed{0.657}$$

د a او b په جزونو کې د $\dot{z}$ د قیمت فرق تقریباً 5 فیصده دی . یعنې په دغه لوړ فشار کې د واندروالس معادله د تطبیق وړ ده.

31– د ایتان لس موله گاز د تودوخې په $27\ ^\circ C$ کې په 4,860 لیتره لوښي کې ځای شوی دی. د ایتان د گاز فشار حساب کړئ:

(1)– د ایدیال گاز دمعادلې په اساس

(11)– د واندروالس د معادلې په اساس

او بیا د دغه گاز د انقباض فکتور $\dot{z}$ پیدا کړئ.

د ایتان دپاره د واندروالس په معادله کې ($a = 5,562\ \text{L}^2\ \text{atm mol}^{-2}$)او ($b = 0,06380\ \text{L mol}^{-1}$) په پام کې ونیسی.

حل:

(a) $p = \frac{nRT}{V} = \frac{(10.0\ \text{mol}) \times (0.08206\ \text{L atm K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (300\ \text{K})}{4.860\ \text{L}} = \boxed{50.7\ \text{atm}}$

(b) $p = \frac{nRT}{V - nb} - a\left(\frac{n}{V}\right)^2$

$$= \frac{(10.0\ \text{mol}) \times (0.08206\ \text{L atm K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (300\ \text{K})}{(4.860\ \text{L}) - (10.0\ \text{mol}) \times (0.06380\ \text{L mol}^{-1})} - (5.489\ \text{L}^2\ \text{atm mol}^{-2}) \times \left(\frac{10.0\ \text{mol}}{4.860\ \text{L}}\right)^2$$

$$= 58.3\overline{09} - 23.2\overline{39} = \boxed{35.1\ \text{atm}}$$

$$V_m = \frac{V}{n}.$$

$$Z = \frac{pV}{nRT} = \frac{(35.1\ \text{atm}) \times (4.860\ \text{L})}{(10.0\ \text{mol}) \times (0.08206\ \text{L atm K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}) \times (300\ \text{K})} = \boxed{0.693}$$

32– د متان بحراني پارامترونه په لاندې ډول ورکړل شوي دي.

$$P_c = 45{,}6\ \text{atm} \quad , \quad V_c = 98{,}7\ \text{cm}^3 . \text{mol}^{-1}$$

د دې معلوماتو په مرسته د هایدروجن لپاره د واندروالس د معادلې ثابتونه a او b حساب کړئ او هم د متان د مالیکول د شعاع اټکلي قیمت پیدا کړئ.

حل:

د یوې مادې د بحراني پارامترونو او د واندروالس په معادله کې د a او b د ثابتو کمیتونو ارتباط په پام کې نیسو او لیکو چې

$$b = V_c / 3 \quad , \quad a = 27\ b^2\ P_c = 3\ V_c^2\ P_c$$

$$b = 1/3\ (98{,}7\ \text{cm}^3 . \text{mol}^{-1}) = 32{,}9\ \text{cm}^3 .\ \text{mol}^{-1}$$

$$a = 3 . (98{,}7\ \text{cm}^3 . \text{mol}^{-1})^2 . (45{,}6\ \text{atm}) = 1{,}33\ \text{L}^2\ \text{atm mol}^{-2}$$

دا چې b تقریباً د یو مول د حجم سره برابر دي نو لیکو چې

:

د یو مالیکول حجم $V = b / N_A = 32{,}9 . 10^{-6}\ \text{m}^3\ .\text{mol}^{-1} / 6{,}022 .10^{23} = 5{,}46 .10^{-29}\ \text{m}^3$

د یو مالیکول حجم $V = (4/3)\ \pi\ r^3 , \quad r = (3/4\ \pi).(5{,}46 . 10^{-29} . \text{m}^3)^{1/3} = 0{,}24\ \text{nm}$

دويم فصل

کيمياوي ترمو دينامک

کيمياوي ترمودیناميک د کيمياوي تعامل په جريان کې د کار او انرژۍ راکړه ورکړه ، د کيمياوي تعادلاتو قوانين او د بين الفازي تعادلاتو قوانين مطالعه کوي. د ترمودیناميک د قوانيو د پيل د مخه ښه به وي چې د ترموديناميکي سيستم په هکله بعضي تعريفونه او ارزوني وپيژنو:

که يو ترموديناميکي سيستم د خپل چاپيريال سره د مادې او انرژي راکړه ورکړه ولري دا سيستم يو خلاص سيستم بلل کيږي. که يو سيستم د خپل چاپيريال سره يوازې د انرژي راکړه ورکړه ولري نو دغه يو بند سيستم بلل کيږي او که يو سيستم د خپل چاپيريال سره نه د مادې او نه د انرژۍ راکړه ورکړه ولري نو دغه سيستم د ګوښه شوي يا جدا شوي سيستم په نامه ياديږي. که د يو سيستم ديوالونه د داسې موادو څخه جوړ وي چې تودوخه ورڅخه تيريږي داسې سيستم د دياترميک سيستم په نامه او که د سيستم د ديوالو څخه تودوخه نه تيريږي داسي سيستم د ادياباتک سيستم په نامه ياديږي. که په يوه عمليه کې تودوخه آزاديږي داسې عمليه د اکزوترميک عملې په نامه او که په يوه عمليه کې تودوخه جذبيږي داسې عمليه د اندو ترميک دعملې په نامه ياديږي. مثلاً د بنزين يا لرګيو سوزيدل يوه اکزوترميک عمليه او د اوبو بخاريدل يوه اندوترميک عمليه ده. د اندو ترميک د عملې تودوخه مثب ($Q > 0$.) اوداکزوترمک د عملې تودوخه منفي$0 > Q$ ( )

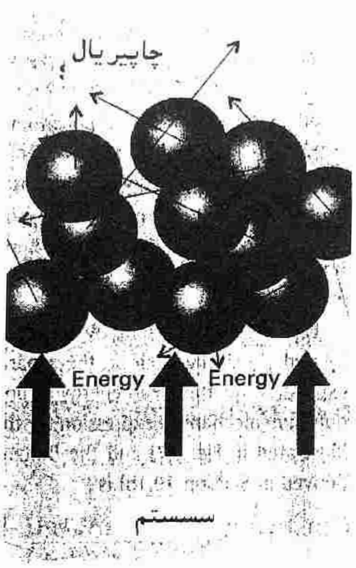
نيول کيږي. که په يو ادياباتک سيستم کې اکزوترميک عمليه صورت ومومي دلته د سيستم په داخل کی د تودوخې درجه لوړيږی اوبرعکس که داديا باتک سستم په داخل کی اندوترمک عمليه صورت ومومی نو دلته دسستم په داخل کی دتودوخی درجه را ټيټيږی

. کالوري مترونه معمولاً ادياباتک سيستمونه وي په کالوري متر کې د تودوخې د درجې د لوړيدو يا ټيټيدو له مخې د هغې تودوخې اندازه معلوميدای شي کومه چې د کالوري متر په داخل کې په يوه عمليه کې آزاده او يا جذب شوې ده. که د ياترميک سيستم کې اکزوترميک عمليه اجراشي نو دلته تودوخه د سيستم څخه چاپيريال ته و زی او د چاپيريال د تودوخې درجه لوړيږي. او که په دياترميک سيستم کې اندوترميک عمليه اجرا شي نو دلته د چاپيريال څخه د سيستم داخل ته تودوخه ر ا ځي او چاپيريال سړيږي.

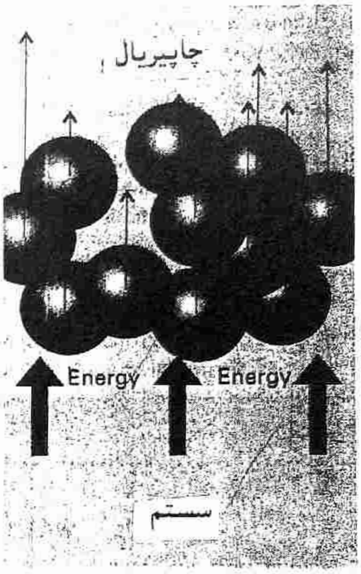
انرژي، تودوخه او کار:

د يو سيستم د کار کولو استعداد ته د هغه سيستم انرژي وائي. د يو سيستم او دهغه د چاپيريال تر منځ د انرژۍ راکړه ورکړه يا د تودوخې او يا د کار په شکل کيږي. که د سيستم او د هغه د چاپيريال د تودوخې درجه فرق ولري دلته انرژي د تودوخې په شکل د تاوده شي څخه ساړه شي ته ځي. د ګرم شي په داخل کې اتومونه يا ماليکولونه نا منظم چټک حرکت کوي (:د ذراتو دغه نامنظم حرکت ته حرارتي حرکت وائي) کله چې ګرم شی د ساړه شي خواته نژدې شي نو دلته د ګرم شي په داخل کې د ذراتو د چټک نامنظم حرکت د تاثير له امله د ساړه شي په داخل کې د ذراتو نا منظم حرکت تنبيه او تسريع کيږي چې په نتيجه کې د ساړه شي د تودوخې درجه هم لوړيږي. يعنې دلته انرژي د تودوخې په شکل د يو شي څخه بل شی ته ځی . انرژي کيدای شي چې يو شی (يا د هغه په داخل کې ذرات) په معين لور منظم حرکت ته اړباسي. مثلاً موږ د سرک پر سر موټر ټيله کوو. دلته موږ انرژي مصرفوو او موټر (او د موټر د جوړښت اتومونه) مخ په وړاندې حرکت کوي او

یوه اندازه کار اجرا کیږي. د بطرۍ څخه الکترونونه د برقي ماشین په لور حرکت کوي، برقي ماشین چالانیږي او یوه اندازه کار اجرا کوي په دې دواړو مثالونو کې انرژي د کار په شکل د یو شي څخه بل شي ته ځي.
د یو سیستم او د هغه د چاپیریال تر منځ د کار او تودوخې په شکل د انرژۍ راکړه ورکړه په (11 -1) او (2 - 11) شکلو کی ښودل شوی دی



(11 -1) شکل:
انرژی دتودوخی په شکل د سیستم څخه چاپیریال ته ځی



(2 - 11) شکل
انرژی دکار په شکل د سستم څخه چاپیریال ته ځی

د سیستم او د هغه د چاپیریال تر منځ د انرژۍ راکړه ورکړه داسې ارزول کیږي:
که سیستم ته د خارج څخه تودوخه ورکړو او یا موږ پر سیستم کار وکړو نو دلته د حرارت او کار علامه مثبت ($A > 0$, $Q > 0$) نیول کیږي. او که د سیستم څخه حرارت خارج شي او یا سیستم په خپله کار وکړي نو دلته د تودوخې او کار علامه منفي نیول کیږي. ($A < 0$, $Q < 0$)

1 -11 - د ترمو دینامیک لومړی قانون:

د ترمودینامیک لومړی قانون د انرژۍ د بقا د قانون یو خاص شکل دی. دا قانون په یو ترمودینامیکي سیستم کې د حرارت او کار او د انرژۍ د نورو ډولو معادل اوښتون او راکړه ورکړه مطالعه کوي او ښئي چې د سیستم او د هغه د چاپیریال تر منځ د انرژۍ په راکړه ورکړه کې انرژي نه ورکیږي او نه راپیدا کیږي بلکه د هغې مقدار ثابت پاتې کیږي. که موږ یو سیستم ته د Q په اندازه تودوخه ورکړو او هم پر سیستم د A په

اندازه کار وکړو یعني کار سیستم ته ورکړو چې په نتیجه کې د سیستم داخلي انرژي د ΔU په اندازه تغیر وکړي دلته د ترمودینامیک د لومړي قانون په اساس لیکو چې:

$$\Delta U = Q + A \quad .... \quad (11\text{-}1)$$

که یو سیستم ته د Q په اندازه تودوخه ورکړو او دغه تودوخه د سیستم د داخلي انرژۍ په تغیر (ΔU) مصرف شي او هم سستم د A په اندازه کار وکړي نو که د A علامه منفي په پام کې ونیول شي نو دلته ($1-11$) افاده داسې شکل غوره کوي

$$\Delta U = Q + (-A) \quad ....(11-1)'$$

$$Q = \Delta U + A$$

داخلي انرژي U :

کیمیاوي مواد د اتومو یا مالیکولو څخه جوړ دي. د اتوم په هسته کې پروتونونه او نیوترونونه او د هستې چاپیره الکترونونه دایم په حرکت کې دي. د اتومو د متقابل تاثیراتو په نتیجه کې مالیکولونه منځ ته راځي. اتومونه په مالیکول کې دایم اهتزازي حرکت کوي دمالیکولو تر منځ بین المالیکولي قواوي عمل کوي په موادو کې ما لیکولونه دوراني او انتقالي حرکت لري. د دې ټولو حرکاتو پوتانسیلي او کنتیکي انرژي د هغه کیمیاوي مادې داخلي انرژي جوړوي. د سیستم د داخلي انرژي اندازه کول مشکل کار دی ولې کولای شو چې د سیستم د داخلي انرژي تغیر (ΔU) اندازه کړو. داخلي انرژي د یو سیستم خاصیت دی یعنې هر سیستم په یو حالت کې یو معین مقدار داخلي انرژي لري او په دې پورې اړه نلري چې سیستم دې حالت ته د کومې لارې رارسیدلی دی. پس د سیستم داخلي انرژي د سیستم د حالت تابع ده.

کار:

په ($1-11$) معادله کېA کیدای شي انبساطي کار ($P \cdot dV$) ،برقي کار ($\varepsilon \; dn$)، میخانیکي کار ($w \cdot dh$) ، د بین الفازي سطحې د پراخیدو کار($\sigma \; ds$) اونور اوسي

. د انبساطي کار پرته د دغه ټولو کارونو مجموعه د مفید کار په نامه یا د او د $\acute{A}$ په علامه ښودل کیږي یعنې لیکو چې:

$$A = P \cdot \Delta V + \acute{A}$$

باید زیاته کړو چې په ($1-11$)معادله کې یوازې داخلي انرژي د سیستم خاصیت او د سیستم د حالت تابع ده. کار او تودوخه (د بعضې استثنائي حالاتو پرته) د سیستم خاصیت او د سیستم د حالت تابع نه دی. بلکه دغه دواړه کمیتونه په هغې لارې پورې اړه لري کومه چې سیستم د یو حالت څخه تر بله حالته پورې وهلې ده.

مثال: یوه بطرۍ په پام کې نیسو. که د بطرۍ داخلي انرژي د چارج لرلو په وخت کې (U_1)او د بې چارج کیدو په وخت کې د هغې داخلي انرژي(U_2) وي.

۱ – په دغه چارج شوې بطرۍ پورې یو میخانیکي موتور تړو. د بطرۍ څخه د الکترونو جریان موتور ته راځي . موتور چالانیږي کله چې بطرۍ بې چارجه شي نو تر دغه وخته پورې موتور د A په اندازه کار کوي. یعنې د بطرۍ د داخلي انرژۍ د کمیدو(ΔU -) په نتیجه کې موتور د A په اندازه کار کوي، پس د(1 – 11) معادلې په اساس لیکو چې:

$$Q = 0$$

$$-\Delta U = -A$$

$$\Delta U = A$$

۲ – په دغه چارج شوې بطرۍ پورې یو مقاومت لرونکی سیستم تړو. د بطرۍ څخه الکترونونه سیستم ته راځي. سیستم ګرمیږي او د Q په اندازه تودوخه منځ ته راوړي. دلته د بطرۍ د داخلي انرژۍ د کمیدو (Δ U -)په نتیجه کې یوازې تودوخه(Q) مینځ ته راځي(آزادیږي). پس د (1 - 11) معادلې په اساس لیکو چې:

$$A = 0$$

$$-\Delta U = -Q$$

$$\Delta U = Q$$

۳ – په دغه چارج شوې بطرۍ پورې هم مقاومت لرونکی سیستم او هم میخانیکي موتور تړو. دلته د بطرۍ څخه یو شمیر الکترونونه مقاومت لرونکي سیستم ته او یو شمیر الکترونونه میخانیکي موتور ته ځي. داخل د بطرۍ د بې چارج کیدو پورې میخانیکي موتور د w په اندازه کار او مقاومت لرونکی سیستم د q په اندازه تودوخه منځ ته راوړي ($A > w$, $Q > q$). د پورتني مثال څخه جوته ده چې په درې واړو حالاتو کې د چارج شوې بطرۍ داخلي انرژي U_1 او د بې چاجه بطرۍ داخلي انرژي U_2 او د اخلي انرژي تغیر (Δ U)دی. یعنې د Δ U قیمت په دې پورې اړه نلري چې بطرۍ په کومه طریقه بې چارجه شوې ده.

مګر په (1) حالت کې بطرۍ یوازې کار اجرا کوي او تودوخه منځ ته نه راوړي. په (2) حالت کې بطرۍ یوازې تودوخه منځ ته راوړي او کار نه اجرا کوي. په (3) حالت کې د بطرۍ د بې چارج کیدو (Δ U -) له کبله سیستم هم کار اجرا کوي او هم تودوخه منځ ته راوړي.

مګر د غه کار او دغه تودوخه د (1) او (2) حالتو څخه کم دی. د دې مثال څخه معلومیږي چې کار او تودوخه همیشه د سیستم د حالت تابع نه دي بلکه دغه کمیتونه په هغه لار پورې اړه لري کومه .چې سستم د (1) او (2) حالتو تر منځ وهلې ده.

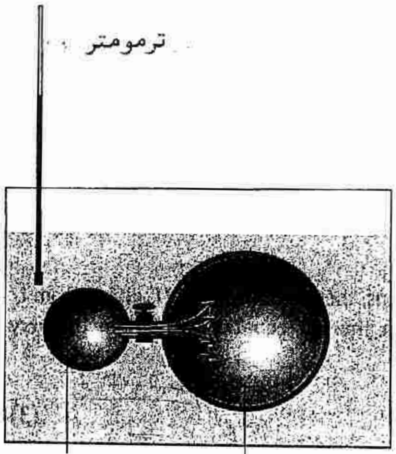
که فرض کړو چې سیستم د انبساطي کار پرته بل هیڅ ډول کار نه اجرا کوي بیا (1 – 11) معادله داسې لیکو:

$$Q = \Delta U + P \cdot \Delta V \qquad (11\text{-}2)$$

اوس د حالت د معادلې اساسي پارامترونه(V , P , T) په پام کې نیسو او د ایدیال گاز انبساطي کار په لاندې شرایطو کې گورو:

۱ - د ایزوترمیک جریان (T = const) انبساطي کار:

باید ووایو چې د ایدیال گاز داخلي انرژي یوازې د تودوخې په درجې (T) پورې اړه لري او په (P) او (V) پورې اړه نلري. په دې هکله د ژول گیلوسک تجربه عملي ثبوت وړاندې کوي. د ژول - گیلوسک تجربه په (3 - 11) شکل کې ورکړل شوې ده.



(3 – 11)شکل: د ژول – گیلوسک تجربه

د ژول _گیلوسک تجربه: په (3 – 11) شکل کې دوه مسي بالونونه د یو شیردهن لرونکي نل په واسطه یو بل ته لار لري. د غه بالونونه د اوبو په لوښي کې اینبودل شوي او یو حساس ترمومتر چې د تودوخې د درجې ډیر کم تغیر ښودلای شي د اوبو په لوښي کې ودرول شوی دی. په شکل کې کوچنی بالون د ډیر فشار لاندې د گاز څخه ډک دی او لوی بالون تش یعنې هوا پکې نشته. د تجربې د مخه په ترمومتر کې د تودوخې درجه یاداشت کیږي. او بیا شیر دهن خلاصیږي دلته د کوچني بالون څخه لوی بالون ته گاز ورننوځي. که په ترمومتر کې د تودوخې درجه وکتل شي نو وبه لیدل شي چې د سیستم د تودوخې درجې تغیر نه دی کړی. اما اوس چې گاز په دواړو بالونو کې دی نو حجم ئې زیات او فشار ئې کم شوی دی. د دې معنی دا ده چې په دې عملیه کې د تودوخې راکړه ورکړه نشته (Q = 0) . او دا چې گاز په خپله یعنې پرته له دې چې د کومې خارجي قوې پر ضد عمل وکړي د کوچني بالون څخه لوې بالون ته تللی دی پس دلته کوم کار هم نه دی اجرا شوی (A = 0). پس (1 - 11) معادله ددې جریان لپاره داسې شکل غوره کوي

$$\Delta U = Q + A = 0$$

$$\Delta U = 0$$

يعني په دغه جريان کې چې د تودوخې درجه ثابته پاتې شوې ولو که د گاز حجم او فشار تغير کړی بيا هم د گاز داخلي انرژي تغير نه دی کړی. که په ايزوترميک جريان کې ايديال گاز ته تودوخه ورکړو نو دلته (1 - 11)معادله داسې شکل اخلي:

$$\Delta U = Q + A$$

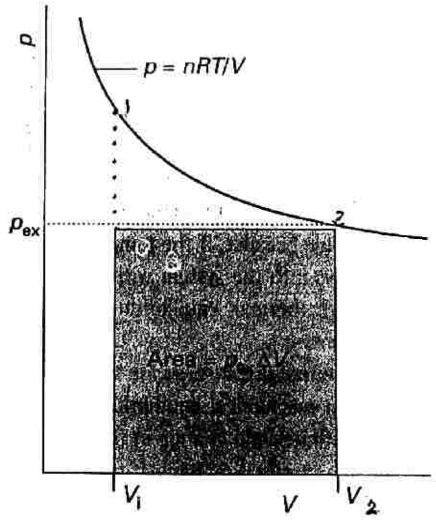
$$\Delta U = 0$$

$$Q = -A$$

دلته A د ايزوترميک جريان کارښې د اخري افادې څخه معلوميږي چې که يو گاز ته حرارت ورکړل شي او د هغه گاز د تودوخې درجه تغير ونه کړي نو دلته دغه ټول حرارت (Q) په هغه کار A) مصر فيږي چې سيستم ئې په خپله اجرا کوي. که دغه کار يوازې انبساطي کار وي نو ليکو چې:

$$Q_T = -P \cdot \Delta V = -A_T \qquad (11-3)$$

د ايزو ترميک جريان انبساطي کار په (4 – 11) شکل کې ورکړل شوی دی.



(4 - 11) شکل: د ايديال گاز د ايزوترميک جريان انبسياطي کا ر

د (4 – 11) شکل ایزوترم (منحني) د ایدیال گاز د حالت د معادلې

$$P = nRT / V = const / V$$

څخه لاس ته راځي چې د تودوخې په لوړو درجو کې د یو منظم هایپربولاشکل لري. د دې منحني لاندې د V1 او V2 تر منځ ساحې مساحت هغه انبساطي کار ښئ چې ایدیال گاز ئې په رجعي (متعادل) انبساطي جریان کې اجرا کوي او د تور رنگه مستطیلي ساحې مساحت هغه انبساطي کار ښئ چې ایدیال گاز ئې په غیر رجعي انبساطي جریان کې اجرا کوي معلومه ده چې د دوه نقطو تر منځ ځو منحنیان رسمولاي شو نو د (4- 1 1) شکل منحني ښیي چې د ایزو تر مک جر یان کار د 1 او 2 نقطو تر منځ لار پوري ارتباط لري. اوس د ایزوترمک جریان د انبساطي کار افاده (3- 1) په پام کې نیسو او لیکو:

$$A_T = \int_1^2 P \, . \, dV$$

$$P = nRT / V$$

$$A_T = \int_1^2 (nRT / V) \, dV$$

$$Q_T = -A_T = -nRT \ln (V_2 / V_1) \qquad (11-3)$$

$$A_T = -nRT \ln (P_1 / P_2) \qquad (11-4)$$

مثال: د ایدیال گاز یو مول د تودوخې په 300 K کې په یو سر تړلي لوښي کې ځای‌شوی دی که ددغه گاز حجم لس کرته زیات ($V_2 / V_1 = 10$) شي نو د دغه جریان انبساطي کار حساب کړی

$$A_T = -nRT \ln (V_2 / V_1) = (1{,}987 \text{ cal} . \text{mol}^{-1} \text{k}^{-1} . 300 \text{ K} \ . \ 2{,}303 \log 10)$$

$$A_T = -1380 \text{ cal} . \text{mol}^{-1}$$

۲ – د ادیاباتک جریان(Q = 0)انبساطي کار:

په ادیاباتک جریان کې د سیستم او دهغه د چاپیریال تر منځ د تودوخې راکړه ورکړه نه وي. دلته (1 – 11) معادله داسې شکل اخلي:

$$Q = \Delta U + A_{ad}$$

$$-\Delta U = A_{ad}$$

یعنې په اد یاباتک جریان کې د گاز داخلي انرژي کمیږي او گاز انبساطي کار اجراکوي. د یو سیستم د حرارتي ظرفیت Cv او د هغه سیستم د داخلي انرژي د تغیر ارتباط په پام کی نیسو او لیکو:

$$dU = Cv \cdot dT$$

پس د ادیاباتک جریان انبساطي کار (d A) مساوي کیږي:

$$dA = Cv \cdot dT$$

$$\int_1^2 dA = \int_1^2 Cv \, dT$$

که د تودوخې درجې د کم تغیر په صورت کې د سیستم حرارتي ظرفیت ثابت فرض شي نو لیکو:

$$\int_1^2 dA_{ad} = Cv \int_1^2 dT \quad و \quad A_{ad} = Cv \Delta T$$

$$A_{ad} = Cv(T_2 - T_1) \quad \cdots\cdots (11-5)$$

پس که د یو سیستم حرارتي ظرفیت او د تودوخې د درجې تغیر وپیژنو د (5 – 11) معادلې په اساس د هغه سیستم انبساطي کار په ادیاباتک جریان کې پیدا کولای شو.

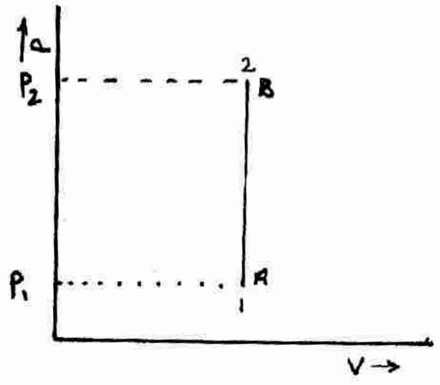
۳ – د ایزو خار یک ($\Delta V = 0$) جریان انبساطي کار:

که یو سیستم د Q په اندازه تودوخه جذب او یاد Q په اندازه تودوخه د لاسه ورکړي ولې په دې جریان کې د سیستم حجم تغیر ونه کړي ($\Delta V = 0$) دلته انبساطي کار نه اجرا کیږي یعنې لیکو چې:

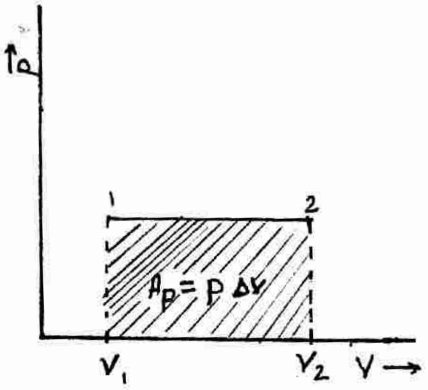
$$A_v = P \Delta V = 0$$

په (5 – 11) شکل کې ښکارې چې د گاز حجم ثابت او فشار ئې د P_1 څخه P_2 ته تغیر کړی دی. دلته د P او V د ارتباط څخه د AB مستقیم خط لاس ته راځي چې مساحت ئې صفر دی.
اوس که د ایزو خاریک جریان انبساطي کار ($A_v = 0$) په پام کې ونیسو (11-1)معادله په ایزو خاریک جریان کې داسې شکل اخلي

$$Q_v = \Delta U$$



(11 –5)
د ایزو خاریک جریان انبسا طی کار



(6 -11) شکل:
د ثابت فشارلاندی دګاز دحجم تغیر

یعني د (V = const) په شرایطو کې که یو سیستم ته حرارت (Q v) ورکړو یا د هغه څخه حرارت ازاد (Q v) شي دغه حرارت ټول د هغه سیستم د داخلي انرژي په تغیر مصرفیږي. داچې یو سیستم په یو حالت کې معین مقدار داخلي انرژي لري نو د یو حالت (1) څخه بل حالت(2) ته د سیستم د اوښتلو په صورت کې د هغه د داخلي انرژي تغیر(Δ U) معین قیمت لري. پس د یو سیستم د ایزو خار یک جریان تودوخه (Q v) د هغه سیستم د داخلي انرژي په شان د سیستم خاصیت یعنې د سیستم د حالت تابع ده. اوس د سیستم دداخلي انرژي او حرارتي ظرفیت ارتباط په پام کې نیسو او لیکو

$$dU = C_v \cdot dT$$

$$\int_1^2 dU = C_v \int_1^2 dT$$

$$\Delta U = C_v \, \Delta T = C_v \, (T_2 - T_1) \quad .... \quad (11 - 6)$$

که سیستم د n مول ګاز څخه عبارت وي نو (6 – 11) معادله داسې لیکل کیږي:

$$\Delta U = n C_v \, (T_2 - T_1)$$

٤ – د ایزوباریک (P = const) جریان انبساطي کار:

فرض کوو یو سیستم(گاز) د ثابت فشا ر لاندې د Qp په اندازه تودوخه جذب او یا د لاسه ورکړي او سیستم د 1 حالت څخه 2 حالت ته اوښتی دی. په دی جریان کې کیدای شي د سیستم حجم او د تودوخي درجه دواړه تغیر وکړي. نو که د سیستم حجم تغیر وکړي حتماً انبساطي کار اجرا اکیږي او که د سیستم د تودوخي درجه تغیر وکړي نو حتماً د هغه داخلي انرژي تغیر کوي.
د دې جریان انبساطي کار مساوي کیږي.

$$A_p = P \cdot \Delta V = P \cdot (V_2 - V_1) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11-7)$$

په (6 – 11) شکل کې د P او V په ګراف کي د خړ رنګه مستطیل مساحت د V_1 څخه تر V_2 پورې د ګاز د حجم د تغیر له کبله دایزوباریک جریان انبساطي کار ښئ.لیدل کیږي چې که سیستم په ایزوباریک ډول د 1 حالت څخه 2 حالت ته تغیر وکړي نو د(1) او(2) نقطو تر منځ فقط یو مستقیم خط چې د V_1 V_2 قطعه خط سره موازي وي رسمولای شو یعنې د دغه دوه قطعه خطو تر مځ د مستطیل مساحت ثابت دی پس د ایزوباریک جریان کار د سیستم خاصیت او د داخلي انرژي په شان د سیستم د حالت تابع دی.
که زموږ سیستم یو ایدیال ګاز وي نو په (7 - 11) معادله کې د V_2 او V_1 پر ځای د دغه کمیتونو مساوي:

$$V_1 = n\,R\,T_1 / P. \qquad \text{او} \qquad V_2 = n\,R\,T_2 / P$$

ږدو او لیکو چې:

$$A_p = nR\,(T_2 - T_1)\,. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11-7)'$$

$$R = \frac{A_p}{n.(T_2 - T_1)} = \left[\frac{\text{د کار واحد}}{mol\ .\ k}\right] \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11-8)$$

د (8 – 11) معادلې څخه معلومیږي چې د ګازاتو عمومي ثابت (R) عدداً د هغه کار (Ap) سره مساوي دی کوم چې د سانتیګراد د یوې درجې په اندازه د یو مول ایدیال ګاز د تودوخې د درجې د لوړیدو په وخت کې اجرا کیږي.
فرض کوو یو سیستم د ثابت فشار لاندې د $d\,Q_p$ په اندازه تودوخه جذب یاازاده کړی ده که دثابت فشار لاندې د دغه سیستم حرارتي ظرفیت (C p) وي نو لیکو چې:

$$C_p = d\,Q_p / dT$$

$$dQ_p = C_p\,dT$$

$$Q_p = C_p\,(T_2 - T_1) \qquad (11-9)$$

د (9– 11) معادلې په مرسته کولای شو هغه مقدار تودوخه چې په ایزوباریک جریان کې یو سیستم جذب یا آزاده کړې ده حساب کړو دلته باید د سیستم د Cp قیمت وپیژنو او د دغه جریان په نتیجه کې د سیستم د تودوخې د درجې تغیر $(\Delta T = T_2 - T_1)$ باید عملاً اندازه کړو

انتالپي:

پاس مو وویل چې په ایزوباریک جریان کې که د سیستم(ګاز) حجم او د تودوخې درجه تغیر وکړي نو دلته هم انبساطي کار اجرا کیږي او هم د سیستم داخلي انرژي تغیر کوي یعنې لیکو چې:

$$Qp = \Delta U + P \Delta V \quad \text{..........} \quad (11-10)$$

دا چې د ایزوباریک جریان انبساطي کار $(P \Delta V)$ د سیستم خاصیت یعنې د سیستم د حالت تابع دی. او داخلي انرژي(ΔU) په هر ډول جریان کې د سیستم د حالت تابع ده. پس د دغه دواړو کمیتو مجموعه Qp هم د سیستم د حالت تابع ده. یعنې کومه تودوخه چې یو سیستم ئې د ثابت فشار لاندې جریان کې جذب یا آزادوي یوازې د سیستم په لومړني او آخري حالت پورې اړه لري او که د سیستم لومړ ي او اخري حالت معلوم وي نو د Qp مقدار هم مشخص او معین وي

د (10-11) معادلې څخه لرو

$$Qp = (U_2 - U_2) + P(V_2 - V_1)$$

$$Qp = (U_2 + P V_2) - (U_1 + P V_1)$$

اوس $(U + PV = H)$ په پام کې نیسو او اخري معادله په لاندې شکل لیکو:

$$Qp = H_2 - H_1 = \Delta H \quad \text{............} \quad (11 - 11)$$

په پورتنۍ افاده کې د H $(U + PV = H)$کمیت د انتالپي په نامه یادیږي د (11 - 11) معادلې څخه معلومیږي هغه معدار تودوخه چې سیستم ئ په ایزو باریک جریان کې جذب یا آزادوي هغه تو له د سیستم د انتالپي په تغیر مصرفیږي. دا چې یو سیستم په یو معبین حالت کې معین حجم (V) معین فشار (P) او معینه اندازه داخلي انرژي (U) لري پس هر ستم په یو معین حالت کې معینه اندازه انتالپي H $(U + PV = H)$ لري. یعنې انتالپي د ستم خاصیت او د سیستم د حالت تابع ده. که سستم د (1 حالت څخه (2) حالت ته تغیر وکړي نو په دې جریان کې د سیستم د انتالپي تغیر $(H_2 - H_1 = \Delta H)$ یو ثابت او معین قیمت لري. پاس مو د ایزوباریک جریان حرارتي اثر په Qp او د ایز و خا زیک جریان

حرارتي اثر په Q v وښودل . اوس که په(10 – 11) معادله کې د ΔU پر ځای د هغې مساوې Q v کېښودل شي نو د Q p او Q v ارتبا ط په لاندې ډول لاس ته راځي .

$$Qp = Qv + P \Delta V \quad .... \quad (11- 12)$$

په کیمیا وي تعامل کې انبساطي کار (PΔV)په تعامل کی د داخل شویو او د تعامل څخه د حاصل شویو موادو د مولونو د فرق(Δn) څخه لاس ته راځي. که په تعا مل کی شامل ټول موادجامد یا مایع وی نو دلته که څه هم په تعامل کی دداخل شویو اود تعامل څخه د حاصل شویو موادود مولونو شمیر فرق

ولري . خو بیا هم د مولو د فر ق له ا مله د سیستم حجم دومره زیات تغیر نه کوي او د اجرا شوي انبساطي کار څخه صرف نظر کیدای شي او د دغسی کیمیاوي سیستم د پاره لیکلای شو .

$$Qp = Qv$$

که چیري په کیمیاوي تعامل کې د داخل شویو او د تعامل څخه د حاصل شویو موادو له جملې څخه د ګازي موادو د مولو په شمیر کې تغیرراشي (Δn ≠ 0) نو دلته د حجم د تغیر (ΔV) او هم د اجرأ شوي انبساطي کار څخه صرف نظر نشي کیدای. په دې صورت کې د انبساطي کار افاده د ایدیال ګاز د حالت د معادلې څخه په لاندې ډول لا س ته راځي:

$$Ap = P \Delta V = \Delta n RT$$

د انبساطي کار قیمت په (12 – 11)افاده کې ږدو او لیکو چې:

$$Qp = Qv + \Delta nRT \quad .... \quad (11 -13)$$

په (13 – 11) افاده کې(Δn) د تعامل څخه د حاصل شوییو او په تعامل کې د شامل شوییو موادو د مولونو د شمیر فرق ښئ . که په یو کیمییاوي تعامل کی (Δn = 0) وي د هغه تعاملQ p او Q v عین قیمت لري

$$Qp = Qv$$

:د ترمودینامک د لمړي قانون حل شوي سوالونه :

دترمودینامیکي سستم د کار ، حرارت او داخلي انرژي محاسبه :

1 :یو هلک بایسکل څغلوي چې په دې جریان کې هغه 82 kj انرژي د تودوخي په شکل دلاسه ورکوي او

622 kj کار هم اجرا کوي ددغه هلک دوجود دداخليي انرژي تغير حساب کړي .

حل :

دهلک وجود يو تر مو دينا ميکي سستم په پام کي نيسو . دي سستم يو مقدار انرژي دتودوخي په شکل اوهم يو مقدار انرژي دکار په شکل د لاسه ورکړي پس ليکو :

$$\Delta U = Q + A$$

$$\Delta U = (-622\ kj) + (-82\ kj) = -704\ kj$$

2 : که يو برقي موتور په يوه ثانيه 15 kj انرژي دميخانيکي کار په شکل توليد او 2 kj انرژي د تودوخي په شکل چاپيريال ته ورکړي ددغه سستم دداخيلي انرژي تغير حساب کړي .

$$\Delta U = Q + A$$

$$\Delta U = -2\ kj - 15\ kj = -17\ kj$$

3 : د يو سيمي فنر دپاسه يو وزن ږدو دلته سيمي فنر جمع او 100 kj کار په دغه سستم دخارج څخه اجرا کيږي خو له دغه جملي څخه 15 Kjد تودوخي په شکل چاپيريال ته ځي ددغه سستم دداخلي انرژي تغير حساب کړي .

حل :

$$\Delta U = Q + A$$

$$\Delta U = -15\ kj + 100\ kj = 85\ kj$$

4 : يو کيلوګرام کتله د لس مترو په اندازه هوا ته غورزول کيږي

a - که دغه کتله دځمکي څخه هواته وغورزول شي څومره کار به اجرا شي($g = 9{,}81\ m\ S^{-2}$)

b - که دغه کتله دسپوږمي څخه هوا ته وغورزول شي څومره کار به اجرا شي ($g = 1{,}60\ m\ S^{-2}$)

حل :

دکار فزيکي تعريف په پام کي نيسو او ليکو :

$$d A = -F\, d Z$$

$$A = -\int_1^2 F . dZ = -\int_1^2 m\, g\, dz = m g\, (z_2 - z_1) = m g h$$

$$Z_2 - Z_1 = h$$

د ځمکي پر مخ اجرا شوي کار :

$$A = -(1\,kg).(9{,}81\,m\,S^{-2}).(10\,m) = -98\,j$$

د سپوږمي پر مخ اجرا شوي کار :

$$A = -(1\,kg).(1{,}6\,m\,S^{-2}).(10\,m) = -16\,j$$

5 : یوه مرغۍ چي کتله ئې 120 ګرامه ده د ځمکي د مخ څخه 50 m پورته الوزي حساب کړي چي دغه مرغۍ څومره کار اجرا کوي .

$$A = m\,g\,h = (0{,}120\,kg).(9{,}81\,m\,S^{-2}).(50\,m) = 58{,}85\,j$$

6- 50gr اوسپنه دمالګي دتیزابو سره په لاندي ډول تعامل کوي :

$$Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_{2(g)}$$

د پورتني تعامل انبساطي کار په لاندي شرایطو کي حساب کړي

a - تعامل په سر پټي لوښي کي (V = const)اجرا کیږي

b - تعامل دتودوخي په 25 c̊ کي په یو سر خلاصي لوښي کي (P = const) اجرا کیږي . دلته دانبساطي کار پرته بل ډول کار نه اجرا کیږي .

حل :

a -داچي حجم تغیر نه کوي (V = const) نو انبساطي کار هم نه اجرا کیږي یعني لیکو :

$$A = P\,\Delta V = P_{ex}(0) = 0$$

b- په سر خلاصي لوښي کي فشار تغیر نه کوي (p = 1 atm = const) دلته دمایع او جامد فازونو حجم د ګاز د حالت دحجم په پرتله د صرف نظر وړ دي نو لیکو :

$$\Delta V = V_2 - V_1 \approx V = n\,R\,T / P_{ex}$$

$$A_p = -P\,\Delta V \approx -P_{ex}\,.\,(n\,R\,T / P_{ex}) = -n\,R\,T$$

د A_p د محاسبي دپاره فقط د هایدروجن د مولونو شمیر باید وپیژنو . دتعامل دمعادلي څخه ښکاري چي دیو مول اوسپني دمکمل تعامل څخه یو مول هایدروجن لاس ته راځي یعني دتعامل څخه د لاس ته راغلي هایدروجن دمولونو شمیر په تعامل کي د مصرف شوي اوسپني دمولونودشمیر سره یو شي دي پس لیکو :

$$Ap = (-50\ g\ /\ 55{,}85\ g\ mol^{-1}).\ (8{,}314\ 5\ j\ k^{-1}\ mol^{-1}).\ (298{,}\ 15\ k) = -2{,}\ 2\ kj$$

7 - کلسایت او اورا جونایت د $CaCO_3$ دوه کرستلي مودفیکیشنونه دي کله چي کلسایت په اوراجو نایت اوړي نود سستم داخیلي انرژي د j 2,71 + په اندازه تغیر کوي . که د یو بار فشار لاندي ددغه کرستلو کثا فتونه په تر تیب سره $2{,}93\ g\ cm^{-1}$ او $2{,}71\ g\ cm^{-1}$ وي نو په دغه اوښتون کي د ΔU او ΔH تفاوت څو دي .

حل :

ددغه کرستلو دکثافتو څخه معلومیږي چي د یو مول (100 g) کلسیم کاربونیت د اورا جونایت د کرستلو حجم $34\ cm^3$ اود کلسایت دکرستلو حجم $37\ cm^3$ دي پس لیکو :

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V$$

$$\Delta H - \Delta U = P\Delta V$$

$$P\Delta V = (1{,}0 . 10^5\ pa).(34-37).10^{-6}\ m^3 = 0{,}3\ pa . m^3 = 0{,}3\ j$$

$$1\ pa . m^3 = 1\ j$$

لیدل کیږي دغه فرق ډیر کم اود ΔU دقیمت 0,1 فیصده دي دي

7 - لاندي کیمیاوي تعامل په پام کي نیسو :

$$2H_{2\,(g)} + O_{2(g)} \ldots\ldots\ldots \rightarrow H_2O\,(L)$$

$$\Delta n(g) = -3$$

ددغه تعامل انتالپي اوداخیلي انرژي دتودوخي په $25\ c^0$ کي حساب کړي او هم د ΔH او ΔU فرق حساب او مناقشه کړي.

حل :

$$\Delta H = \Delta U + \Delta n_{(g)}\ RT$$

$$\Delta H - \Delta U = \Delta n_{(g)} RT = (-3\ mol).(RT) = (-3\ mol).(8.314\ 7\ j\ k^{-1}\ mol^{-1}).(298\ k) =$$

$$= -7{,}5\ kj$$

د پورتني محاسبي څخه ښکاري چي ΔH ⅄ ΔU دي يعني په دي تعامل کي د انتالپي تغيرات د داخيلي انرژي د تغيراتو څخه کم دي . په دي تعامل کي تودوخه ازاديږي خو ليدل کيږي چي دګازي موادو څخه مايع مواد لاس ته راځي . يعني دثابت خارجي فشار لاندي دسستم حجم کميږي يعني دلته پر سستم کار اجرا کيږي او انرژي دکار په شکل د چاپيريال څخه په سستم کي اضافه کيږي

8- دثابت فشار لاندي يو 300 کالوري تودوخه جذب کړي او په دي جريان کي دګاز حجم د لس ليتره څخه شپاړس ليتره پوري زيات شوي دي . په دي جريان کي د ګاز د داخيلي انرژي تغير حساب کړي

حل :

د ايزوباريک جريان انبساطي کار مساوي کيږي :

$$A_p = P\,\Delta V = (1\ atm).(6\ L) = 6\ L.atm = 6 . 1.987\ /\ 0,082\ L.atm = 145,390\ Cal$$

$$\Delta U = \Delta H - A = 300\ Cal - 145,39\ Cal = 154,6\ Cal$$

9- سل ګرامه نايتروجن د تودوخي په $0\ c^{0}$ او $P = 1\ atm$ فشار لاندي په يو لوښي کي بند دي ددي سستم انبساطي کار په لاندي شرايطو کي حساب کړي .

a -که په ايزو ترمک ډول دګاز حجم تر دوه سوه ليتره زيات شي

b -که په ايزو خاريک ډول دګاز فشار تر 1,5 اتوموسفيره زيات شي

c-که په ايزو باريک ډول دګاز حجم دوه چنده زيات شي

د نايتروجن دتودوخي ظرفيت ($Cp = 6,96\ Cal\ k^{-1}\ mol^{-1}$) دي

حل :

د ايديال ګاز دحالت دمعادلي څخه پيدا کوو چي :

$$P_1 V_1 = n R T_1$$

$$V_1 = n R T_1 / P_1$$

$$n = 100 / 28$$

$$V_1 = 100/28\ mol . (0,082\ L.atm\ k.mol).(273\ k)/\ 1\ atm = 79,90\ L$$

اوس د ايزو ترميک جريان دپاره ليکو :

$$Q_T = A_T = n R T\ Ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = n R T . 2,3\ \log \frac{V_2}{V_1} =$$

$$= 3,57\ mol\ .\ 1,987\ Cal\ k\ mol^{-1}\ .\ 273\ .\ 2,3\ \log\left(\frac{200}{79,89}\right) = 1773\ Cal$$

د ایدال گاز داخیلي انرژي دتودخي په ثابته درجه کي تغیر نه کوي ($\Delta U = 0$) پس لیکو :

$$\Delta U = Q_T - A_T = 0$$

b - که دگاز حجم ثابت اود تودوخي درجه ئ تغیر وکړي نود تودوخي درجه په دي شرایطو کي داسي حسابیږي :

$$PV = nRT$$

$$P/T = nR/V = const$$

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

$$T_2 = P_2 T_1 / P_1 = 1,5\ atm\ .\ 273\ k / 1\ atm = 409\ k$$

$$Q_v = \Delta U = n C_v (T_2 - T_1)$$

$$C_p - C_v = R\ ,\ C_v = C_p - R$$

$$Q_v = n(C_p - R)\ .\ (T_2 - T_1) = 3,5688\ .\ (6,96 - 1,987)\ .(409 - 273) = 2422,5\ Cal$$

دا چي په ایزو خاریک جریان کي انبساطي کار صفر($P\,\Delta V = 0$) دي پس لیکو :

$$\Delta U = Q_v$$

$$\Delta U = Q_v = 2422,5\ Cal$$

C - د ثابت فشار لاندي د گاز د حجم دزیاتیدو په نتیجه کي د تودوخي ددرجي زیاتیدل داسي معلومیږي :

$$PV = nRT$$

$$V/T = nR/P = const$$

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2$$

$$T_2 = V_2 \; T_1 / V_1$$

$$T_1 = 273 \; k$$

$$V_2 = 2 \; V_1$$

$$T_2 = 2 T_1 = 2 . 273 \; k = 546 \; k$$

اوس د ایزوباریک جریان دپاره لیکو :

$$\Delta H = Q_p = n C_p (T_2 - T_1) = 3{,}57 \; mol . 6{,}96 \; Cal \; k^{-1} mol^{-1} . (546 - 273) K = 6781 \; Cal$$

د ایزو باریک جریان کار $(V_2 - V_1)$: $(T_2 - T_1)$ مساوي کیږي :

$$A_p = n P (V_2 - V_1) = n R (T_2 - T_1)$$

$$A_p = 3{,}57 \; mol . 1{,}987 \; Cal \; k \; mol . (546 - 273) = 1935{,}89 \; Cal$$

دایزو باریک جریان د داخیلي انرژي تغیر مساوي کیږي :

$$\Delta U = \Delta H - A_p = 6781 - 1935 = 4846 \; Cal$$

10- سل گرامه کاربندای اکساید د تودوخي په صفر درجه کي $1{,}013 . 10^{5} \; N m^{-2}$ فشار لري که په دي شرایطو کي کاربندای اکساید یو اید یال گاز فرض شي اود هغه حرارتي ظرفیت $C_p = 37{,}1 \; j \; k^{-1} mol^{-1}$ په پام کي ونیول شي نو د دي سستم د حرارت مقدار (Q), کار (A) , د دا خیلي انرژي تغیر اود انتالپي تغیر په لا ندي شرایطو کي حساب کړي :

a - که ددغه گاز حجم دتودوخي په ثابته درجه کي تر $0{,}2 \; m^{3}$ زیات شي

b -که دثابت فشار لاندي ددغه گاز حجم تر $0{,}2 \; m^{3}$ زیات شي

C - که دگاز حجم ثابت اود تودوخي ددرجي دلوړیدو له کبله ئ فشار تر $2{,}026 . 10^{5} \; N . m^{-2}$ پوري لوړ شي

d -که په ادیاباتک انقباض کې د ګاز فشار تر $2,02 . 10^{5}$ $N.m^{-2}$ زیات شي

حل :

په ایزوترمک جریان کي د ایدیال ګاز د داخلي انرژي تغیرصفر ($\Delta U = 0$) او ټوله جذب شوي تودوخه په کار اوړي پس لیکو :

$$A_T = Q_T = -2,3\, n R T \log (V_2 / V_1)$$

$$n = m / M = 100 / 44 = 2,27 \text{ mol}$$

د ایزو ترمک شرایطو څخه د ګاز حجم مساوي کیږي :

$$V_1 = n R T_1 / P_1 = 2,27 \text{ mol} . 8,314 \text{ j k}^{-1} \text{mol}^{-1} . 273 \text{ k} / 1,013 . 10^{5} \text{ N. m}^{-2} = 0,059 m^3$$

$$J / N.m^{-2} = N.m / N.m^{-2} = m^3$$

$$A_T = Q_T = 2,3 . 2,27 \text{ mol} . 8,314 \text{ j k}^{-1} \text{mol}^{-1} . 273 \text{ k} . \log (0,200\ m^3 / 0,0509\ m^3)$$

$$= 7070 \text{ j}$$

b - د ایزوبارک جریان دپاره لیکو :

$$Q_p = \Delta H = n C_p (T_2 - T_1) = \left(\frac{n. C_p T_1}{V_1} \right) (V_2 - V_1)$$

$$Q_p = \frac{(2,27 \text{ mol}) . (37,1 \text{ j k}^{-1} \text{mol}^{-1}) (.273 \text{ k})}{0,0509\ m^3} (0,200 - 0,0509)\ m^3 = 67400 \text{ j}$$

$$A_p = P (V_2 - V_1) = 1,013 . 10^{5} (0,200 - 0,0509) . m^3 = 15000 \text{ j}$$

$$\Delta U = Q_p - A_p = 67400 \text{ j} - 15000 \text{ j} = 52400 \text{ j}$$

C - د ایزو خاریک جریان ($P . \Delta V = 0$) دپاره لیکو :

$$Q_v = \Delta U = n C_v (T_2 - T_1) = \left(\frac{n. C_v T_1}{P_1} \right) . (P_2 - P_1)$$

$$Cv = Cp - R = 37,1 - 8,314 = 28,8 \ j\,k^{-1} mol^{-1}$$

$$Qv = \Delta U = \frac{2,27 \cdot 28,8 \ j\,K^{-1} \cdot mol^{-1} \cdot 273k \ mol}{1,013 \cdot 10^{5} \ Nm^{-2}} (2,02 \cdot 10^{5} - 1,013 \cdot 10^{5} \ Nm^{-2}) \doteq 17,9 \ kj$$

اوس دانتالپي افاده $(H = U + PV)$ د ایزو خاریک جریان دپاره داسي لیکو :

$$\Delta H = \Delta U + V \cdot \Delta P$$

$$\Delta H = \Delta U + V (P_2 - P_1)$$

$$\Delta H = 17,9 \ kj + 0,0509 \ m^{3} \cdot (2,026 - 1,013) \cdot 10^{5} \ N \cdot m^{-2} \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta H = 17,9 kj + 5,0 kj \approx 23 kj$$

d - د اد یاباتیک انقباض $(Q = 0)$ دپاره لیکو :

$$\Delta U = Q - A = - A$$

$$\Delta U = n \cdot Cv (T_2 - T_1) = \left(\frac{n \cdot R\, T_1}{\gamma - 1}\right) \left[1 - (P_2 / P_1)^{(\gamma - 1)/\gamma}\right]$$

$$\gamma = Cp / Cv = (37,1 / 28,8) = 1,29$$

$$\Delta U = \frac{2,27 \cdot 8,314 \cdot 273}{1,29 - 1} \left[1 - (203 / 101)^{(1,29 - 1) / 1,29}\right] = 2970 \, j = 2,970 \ kj$$

$$A = - 2,970 \ kj$$

اوس د ادیاباتک جریان دپاره د $(H = U + PV)$ افاده په لاندي ډول لیکو :

$$\Delta H = \Delta U + \Delta (PV)$$

$$\Delta H = \Delta U + (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

اوس د V_2 قیمت دادیاباتیک له معادلي ($P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}$) څخه حاصل او هغه په پورتني معادله کي ږدو او لیکو

$$\Delta H = \Delta U + P_1 V_1 \left[(P_2 / P_1)^{(\gamma - 1)/\gamma} - 1 \right]$$

$$\Delta H = 2,97 + 1,013 . 10^{5} . 0.0509 \left[(203 / 101)^{(1,29 - 1)/1,29} - 1 \right] . 10^{3} = 3,83 \text{ kj}$$

11-د ارګون دیو مول ګاز حجم د تودوخي په ثابتي درجي ($0\ ^{\circ}C$) کي له 22,4 L څخه تر 44,8 L پوري په لاندي ډولونو زیات شوي دي :

a -متعادل انبساط

b - د ثابت خارجي نهائ فشار پر ضد انبساط

C - ازاد انبساط (د صفر خارجي فشار پر ضد انبسا ط)

ددغه دري ډوله جریاناتو د پاره د A , Q , ΔU , ΔH قیمتونه پیدا کړي .

حل :

دا چي دایدیال ګاز داخیلي انرژي یوازي دتودوخي ددرجي تابع ده اوپه دي سوال کي د تودوخي درجه ثابته

نبودل شوي ده پس لیکو :

$$\Delta H = \Delta U = 0$$

ـ په متعادل انبساط کي د ګاز حجم اوفشار دواړه ورو ورو تغیر کوي دداسي جریان دپاره لیکو :

$$\Delta H = \Delta U + \Delta (P V) = \Delta U + \Delta (n R T)$$

$$A = -n R T \ln \left(V_2 / V_1 \right) = (1 \text{ mol}) . (8,314 \text{ j k}^{-1} \text{mol}^{-1}) (273 \text{ k}) \ln (44,8\text{L} / 22,4\text{L})$$

$$A = -1,57 \text{ kj}$$

$$Q = \Delta U + A = 0 + (-1,57) \text{kj} = -1,57 \text{kj}$$

$$A_p = -P_{ex} \Delta V , \quad \Delta V = 44,8 - 22,4 = 22,4 \text{ L}$$

$$P_{ex} = P_f = \left(\frac{nRT}{V_f} \right) = \frac{(1\ mol) . (0,082\ L . atm\ K^{-1} mol^{-1}) (273\ K)}{44,8\ l} = 0,50\ atm$$

$$A = w = (-0,500\ atm) . (1,013 . 10^{5} pa\ /\ 1\ atm) . (22,4\ L) . (m^{3}\ /\ 10^{3}\ L) =$$

$$= -1,013\ . 10^{3}\ pa\ m^{3} = -1,013 . 10^{3}\ j = -1,13\ kj$$

$$Q = q = \Delta U + w = 0 + (-1,013\ Kj) = -1,13\ Kj$$

-C

$$\Delta U = 0$$

د ازاد انبساط کار $- A = w = 0$

$$Q = \Delta U + w = 0 - 0 = 0$$

- 12 يو متوسط انسان چي کتله ئ 65 Kg ده د متابوليکي فعاليت په نتيجه کي په يوه ورځ کي 10^{4} Kj تودوخه توليدوي . که د انسان وجود يو ګوښه شوي سستم اود تودوخي ظرفيت ئ د اوبو دتودوخي دظرفيت په اندازه په پام کي ونيول شي نو تصور کړي چي د انسان دوجود تودوخه به څومره لوړه شي .ولي د انسان وجود خلاص سستم دي او هميشه د اوبو د تبخير له کبله تودوخه دلاسه ورکوي حساب کړي چي دانسان وجود بايد هره ورځ څو کيلو ګرامه اوبه تبخير کړي تر څو د تودوخي درجه ئ ثا بته (37 +) پاتي شي .

حل : د(۱۷-۲ ,۱۷-۱) جدول څخه د اوبو دتودوخي مولي ظرفيت اود يو مول اوبو د بخار کيدو تودوخه په لاندي ډول دي .

$$C_{p,m} = 75,3\ j\ k^{-1} mol^{-1} \quad , \quad \lambda = \Delta_{vap} H = 44\ kj\ mol^{-1}$$

د اوبو د مولونو شمير مساوي کيږي :

$$n . H_2O = 65\ kg\ /\ 0,018\ kg\ mol^{-1} = 3,6\ . 10^{3} mol$$

د (9 - 11)افادي په اساس ليکو :

$$\Delta H = n C_p\ \Delta T$$

که په يوه ورځ کي دتوليد شوي تودوخي اندازه ($1 . 10^{4}$ kj)په پام کي ونيول شي نو ليکو :

$$\Delta T = \Delta H /\ n C_{p,m} = 1 . 10^{4}\ kj\ / (3,6 . 10^{3}\ mol) . (0,0753\ kj\ k^{-1} mol^{-1}) = +37\ c$$

که دا فرض کړو چي د ا 1.10^4 kj توله دانسان د وجود څخه داوبو په بخار کیدو مصرفیږي اوس که د اوبو د بخار کیدو تودوخه $\lambda = \Delta_{vap} H$ په پام کي ونیسو نو لیکو :

$$\Delta H = n\lambda = (m/M)\lambda$$

$$m = (\Delta H . M)/\lambda = (0{,}018\ kg\ mol^{-1}) . (1 . 10^4\ kj)/ 44\ kj\ mol^{-1} = 4{,}09\ kg$$

تبصره : په یوه ورځ کي 4 , 0 9 kg اوبه تبخیرول یو څه ډیري دي البته اوبه نه یوازي د تبخیر بلکه د خولو او متیازو په شکل هم دوجود څخه وزي . د انسان دوجود څخه د اوبو دوتلو په وخت کي اوبه یو څه تودوخه د ځان سره دوجود څخه بهر ته وړي اوپه نتیجه کي دانسان دوجود دتودوخي درجه ثابته پاتي کیږي

13- یو مول داوبو بخار په ایزوترمک او متعادل ډول د تودوخي په $100\ ^{\circ}C$ کـي په مایع اوړي. دتودوخي په $100^{\circ}C$ کي د اوبو د بخار کیدو د انتالپي قیمت $40{,}656kj\ mol^{-1}$ دي د دي جریان , Q , ΔH , ΔU او A حساب کړي

حل :

د تودوخي په معینه درجه کي د یوي مادي د بخار کیدو تودوخه دهغي مادي د مایع کیدو د تودوخي سره عدداً مساوي ولي علامه ئ مخالف وي پس لیکو :

$$\Delta H_{cond} = -\Delta H_{vap} = (-1\ mol) . (40{,}656\ kj\ mol^{-1}) = -40{,}656\ kj$$

داچي مایع کیدل په ایزو ترمک او متعادل ډول سر ته رسي او هم خارجي فشار (P = 1 atm) ثابت وي

پس لیکو :

$$Q_p = \Delta H = -40{,}656\ kj$$

$$A_p = -P_{ex}\Delta V \quad , \quad \Delta V = (V_L - V_g)$$

$$V_g \gg V_L$$

که داوبو بخار ایدیال ګاز فرض شي نو لیکو

$$V_g = nRT/P$$

دا چي مایع کیدل په متعادل ډول دثابت خارجي فشار لاندي صورت مومي پس لیکو ;

$$P = P_{ex}$$

$$A = -nRT = (-1\ mol) . (8{,}314\ j\ k^{-1} mol^{-1}) . (373\ k) = 3 . 10^3\ j$$

$$\Delta U = \Delta H - \Delta nRT \quad , \quad \Delta n_{(g)} = -1\ mol$$

$$\Delta U = -40{,}656\ kj - (-1\ mol) . (8{,}314\ j\ k^{-1} mol^{-1}) . (373\ k) = 37{,}55\ kj$$

14 – په یوه بیکر کې د هایدروجن کلوراید محلول موجود دی . دې بیکر ته یوه ټوټه مګنیزیم چې کتله ئې 15 ګرامه ده اچوو . د اطاق د تودوخې درجه $25\ ^{\circ}C$ ده او فشار عادي ($P = 1$ atm) دی . هغه انبساطي کار چې د مګنیزیم او هایدروجن کلوراید د تعامل په نتیجه کې اجرا کیږي حساب کړي .

حل :

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_{2}(aq) + H_{2}(g)$$

د پورتني تعامل څخه ښکاري چې په سستم کې د هایدروجن ګاز منځ ته راځي دلته د سستم حجم د ثابت خارجي فشار لاندې زیاتیږي او انبساطي کار اجرا کیږي.

$$A_p = -P_{ex}\,\Delta V = -P_{ex}\,(V_2 - V_1)$$

$$V_1 = 0 \quad , \quad V_2 = nRT / P_{ex}$$

$$A_p = P_{ex}(nRT / P_{ex}) = nRT$$

$$n = 15\ g\ /\ 24{,}31\ g\,mol = 0{,}617\ mol$$

$$RT = 2{,}479\ kj\,.\,mol^{-1}$$

$$A_p = (0{,}617\ mol)\,.\,(2{,}479\ kj\ mol^{-1}) = 1{,}5\ kj$$

د موادو د تودوخې ظرفیت :

کیمیاوي موادو ته چې تودوخه ورکړو او یائې ساړه کړو نو د ډېرو موادو د تودوخې درجه لوړه او یا راټیټیږي. دا چې د عیین مقدار تودوخې د جذبولو او یا د لاس ورکولو په نتیجه کې د موادو د تودوخې درجه څومره لوړه او یا راټیټیږي دغه مسله د موادو په مقدار، د موادو په داخلي جوړښت او په هغه خارجي شرایطو پورې اړه لري کوم چې د موادو د حرارتي ظرفیت پر مقدار اثر ښندي.

هغه مقدار تودوخه چې د یو شي په معین مقدار کتله کې جذب او یا د هغه څخه وزي او له دې امله د هغه شي د تودوخې درجه یو سانتیګراد لوړه یا ټیټه شي. د هغه شي د تودوخې د ظرفیت په نامه یا دېږي او په (C)ښودل کیږي. د موادو د مقدار له مخې تودو خې ظرفیت په څو ډوله ی.

١ – د تودوخې مخصوص ظرفیت : هغه مقدار تودو خه چې د موادو د یو ګرام کتلې د تودوخې درجې ته د ($1\ ^{\circ}C$) په اندازه تغیر ورکړي د تودوخې د مخصوص ظرفیت په نامه یاده او واحدئې ($cal\ g^{-1}\ k^{-1}$, $j\ g^{-1}\ k^{-1}$) دی.

٢- د تودوخې مولي ظرفیت: هغه مقدار تودوخه چې د موادو د یومول (1 mole) کتلې د تودوخې درجې ته د ($1\ ^{\circ}C$) په اندازه تغیر ورکړ ي د تودوخې د مولي ظرفیت په نامه یاد او واحد ئې ($cal\ mol^{-1}\ k^{-1}$) , ($j\ mol^{-1}\ k^{-1}$) دی.

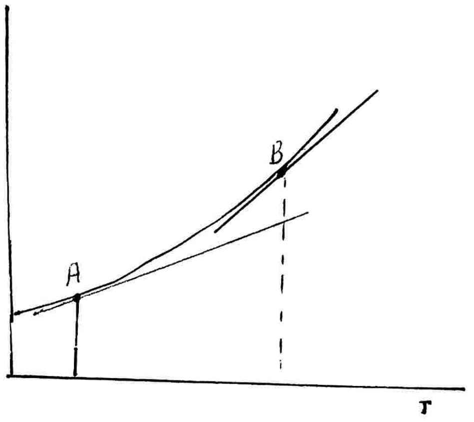
مخکې مو ولوستل چې د یو ترمودینامیکي جریان حرارتي اثر په خار جی شرا یطو پورې اړه لري او موښودل چې($Q_p > Q_v$) دی. په همدې ډول د ثابت فشار لاندې د یو سیستم د تودوخې ظرفیت C_p د ثابت حجم لاندې د تودوخې د ظرفیت C_v څخه زیات($C_v < C_p$) دی.

مثلاً کیمیاوي مواد په پام کې نیسو چې د تودوخې درجه ئې T_1 ده او په یو سر پټې لوښي کې ځای شوی دی.که دغه لوښي ته د (Q v) په انداز تودوخه ورکوو دلته د Q v تودوخه ټوله د سیستم د تودوخې د درجې په لوړیدو ممصرفیږي او د سیستم د تودوخې درجه T_2 ته لوړیږي. د دې وروسته د دغه لوښي سر خلاصوو او انتظار باسو چې سیستم بیرته د T_1 پورې سوړ شي.
اوس بیا دغه سرخلاصي لوښي (P = const) ته تودوخه Q p ورکوو. دا ځل سیستم هم تودیږي او هم په لوښي کې د موادو دپاسه براس پړسیږي. او څه ئې د لوښي څخه بهر ته ځي یعنې دا ځل د سیستم د تودوخې د درجې د لوړیدو پرته انبساطي کار (P Δ V) هم اجرأ کیږي..
پس دا ځل که د تودوخې درجه د T_1 څخه T_2 ته لوړیږي نو د لومړي ځل په پرتله زیاتې تودوخې ته ضرورت دی(Q p > Qv)یعنې د ثابت فشار لاندې د یوې مادې حرارتي ظرفت (C p) د هغې مادې د ثابت حجم حرارتي ظرفیت په پرتله زیات دی

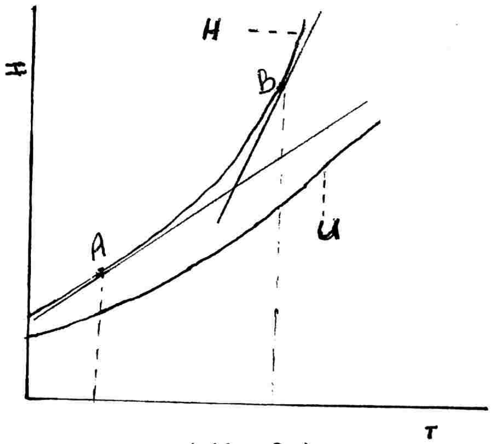
$$C p > C v$$

د موادو د تودوخې د ظرفیت او د تودوخې د درجې ارتباط:

د تودوخې د درجې د لوړیدو سر ه د موادو داخلي انرژي (U) او هم انتالپي (H) دواړه زیاتیږي. دغه واقعیت په (7 – 11) او(8 – 11) شکلونو کې ښودل شوی دی. په (7 – 11) شکل کې د U د دمنحني په هر نقطه کې $(\partial U / \partial T)_v = Cv$ اوپه (8 – 11) شکل کی د H د منحني په هره نقطه کې $(\partial H / \partial T.)_p = C p$ کیږي.
اوس د (7 – 11) شکل د U پر منحني د A او B نقاط په پام کې نیسو او په دغه دواړو نقطو کې مماسونه رسموو. لیدل کیږي چې د B په نقطه کې منحني ډیر مخ ځوړ او د (d U / d T) قیمت ئې د A د نقطې د (d U / d T) د قیمت په پرتله زیات دی همدا ډول د (8 – 11) شکل د H پر منحني د B په نقطه کې د (d H / d T) قیمت د A د نقطې د (d H / d T) د قیمت څخه زیات دی. یعنې د تودوخې د درجې ه لوړیدو سر ه د موادو د تودوخې ظرفیت زیاتیږي.



(11 - 7)
د موادو د داخلي انرژي او
د تودوخې د درجې ارتباط



(11 - 8)
د موادو د انتالپي او د تودوخې
د درجې ارتباط.

په (8 – 11) شکل کې د H د منحني لاندې د U منحنې هم ښودل شوی دی. د دې شکل څخه معلومیږي چې په ګازتو کې د تودوخې په معینه درجه کې د کیمیاوي مادې د H قیمت د هغې مادې د U د قیمت څخه زیات دی. او د تودوخې د درجې د لوړیدو سره د H قیمت د U د قیمت په پرتله ډیر زیاتیږي.
د ګازاتو په کنیتکي تیورۍ کې ثابتیږي چې دایدیال ګاز د تودوخې ظرفینت د تودوخې په درجې پورې ارتباط نلري. د یو اتومه ایدیال ګاز د تودوخې ظرفیت (3 / 2)R او د دوه اتومه ایدیال ګاز د تودوخې ظرفیت (5 / 2)R دی. ولی د حقیقي ګازاتو د تودوخې ظرفیت د تودوخې د درجې د لوړیدو سره زیاتیږي هر څومره چې د ګاز د مالیکول جوړښت مغلق او په مالیکول کې د اتومو اهتزاز ي او دوراني حرکات د تودوخې د درجې د لوړیدو سره زیات تحر یک کیږي په هم هغه ا ندول د داسی ګاز د تودوخی ظرفیت د تودوخی ددرجی د لو ړ یدو سره ډیر زیاتیږي. دغه واقعیت په ما یعاتو او جامداتو کې هم لیدل کیږي. د موادو د تودوخې د ظرفیت او د تودوخې د درجې د ارتباط بله څانګړتیا په دې کې ده چې د عین مادې د تودوخې پر ظرفیت د تودوخې مختلفې درجې متفاوت اثر کوي. چې لاندې تشریح کیږي.
۱ – د تودوخې د ټیټو درجو په واټن کې: په دې واټن کې د تودوخې د درجې په ټیټیدو سره د موادو د تودوخې ظرفیت کمیږي او (0 K) ته نژدې د کرستلي موادو دتودوخې ظرفیت صفر ته نژدې کیږي. په دې واټن کې د تودوخی د ظرفیبت او د تو خې د درجې ارتباط دد بیبای په معادله کې داسې ورکړل کیږي:

$$C v = 3 R (12 \pi^4 /15.) .(T / \theta)^3 = a T^3 (j\ mol^{-1} k^{-1}) \quad .... (11 –14)$$

دلته (θ =. h γ m / K) .د تودوخې د مشخصه ئې درجې په نامه یادیږي چې واحد ئې هم د تودوخې درجه ده. h د پلانک ثابتت، K د بولڅمن ثابت او γ m په کرستل کې د اتومو د مشخصه ئې فریکونسي په نامه یادیږي. د (14 – 11) معادلې څخه معلومیږي چې د(Cv) قیمت یوازې د (T / θ) تابع دی او کوم مواد چې د (T / θ) قیمت ئې یو شی وي د هغوئ حرارتي ظرفیتونه (C v) هم یو شی وي. که د یوې مادې د C v قیمت عملاً اندازه شي او د هغې له مخې د (T / θ) قیمت او په نتیجه کې د θ قیمت حساب شي نو بیا کولای شو چې د تودوخې په مختلفو درجو کې د هغې مادې د (T / θ) قیمت او هم د C v قیمت محاسبه کړو.
۲ – تودوخې د 50k څخه د اطاق د تودوخې د درجې پوری واټن کې :
د تودوخې په دغه واټن کې د جامد موادو د تودوخې د ظرفییت او د تودوخې د درجې ارتباط د انشبین د معادلې په واسطه داسې ښودل کیږي.

$$C v = \frac{3R(\frac{\theta}{T})^2}{(e^{\frac{\theta}{T}} - 1)^2} \cdot e^{\frac{\theta}{T}} \quad .... (11 - 15)$$

په دې افاده کې (θ = h γ / K)د تودوخې مشخصه ئې درجه ده چې په هغې کې γ د مالیکولو ذاتي فریکونسي ښئ.
د مایعاتو د تودوخې پر ظرفییت د تودوخې درجه دومره زیات تأثیر نه کوي. د مایعاتو د تودوخې ظرفیت د $1 , 7 – 2,6\ j\ g^{-1}\ K^{-1}$ په واټن کې دی.

چې د دغه جملې څخه د امونیا د تودوخې ظرفیت($4,2\ j\ g^{-1}k^{-1}$)، د سیمابو د تودوخې ظرفیت($0,12\ j\ g^{-1}k^{-1}$) او د سلیکان تتتراکلوراید د تودوخې ظرفیبت($0,8\ j\ g^{-1}k^{-1}$) مستثنی دی.

۳ - د اطاق د تودوخې د درجې څخه تر 1500 k پورې.

د کیمیاوي تکنالوژی پروسې اکثراً د تودوخې په دغه واټن کې تر سره کیږي. د موادو د تودوخې د ظرفیت او د تودوخې د درجې ارتباط د تودوخې د درجې په دغه واټن کې د لاندې امپرک معادلې په شکل ورکړل کیږي.

$$C_{p,m} = a + bT + C\ T^{-2} \qquad (11\text{-}16)$$

دلته $C_{p,m}$ د تودوخې حقیقي مولي ظرفیت a , b او c ثابت ضریبونه دي چې قیمت ئې د هرې مادې دپاره فرق کوي.

باید زیاته کړو چې دغه ثابت ضریبونه یوازې د تودوخې په ورکړل شویو درجو کې پوره صد ق کوي که د تودوخې درجه د هغه حد څخه چې دغه ضریبونه پکې حساب شوي دي فرق وکړي او خاصتاً که د تودوخې په دې درجه کې کیمیاوي ماده تخریب او یا ئې فازي حالت تغیر کوي نو دلته د $C_p = f(T)$ د ارتباط شکل هم تغیر کوي.

د تودوخي متوسط ظرفیت:

اکثراً د کیمیاوي موادو د تودوخې متوسط ظرفیت د تودوخې په یو معین انتروال ($T_1 - T_2$) کې د لاندې معادلې په مرسته حسابوي:

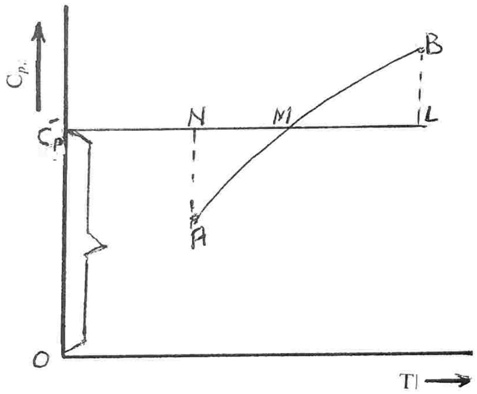
$$\acute{C}p = Qp / (T_2 - T_1) = \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} C_{p,m} \, dT$$

$$= \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} (a + bT + c / T^2) \, dT \quad .... \quad (11-17)$$

د موادو متوسط حرارتي ظرفیت په ګرافیک متود هم معلوموي. مثلاً که د یوې مادې د تودوخې حقیقي مولي ظرفیت د T_1 او T_2 درجو تر منځ د تودوخې په مختلفو درجو کې اندازه او بیا د $C_p = f(T)$ ګراف رسم کړو(9 – 11 شکل):نو د دغه ګراف څخه د C_p د قیمت د معلومولو په غرض د $\overline{\acute{C}pL}$ خط د T د محور سره داسې موازي رسموو چې د AMN او BML ساحو مساحتونه یو شی وي. دلته $\overline{O\acute{C}p}$ د امتحاني مادې د متوسط حرارتي ظرفیت اندازه ښئ.

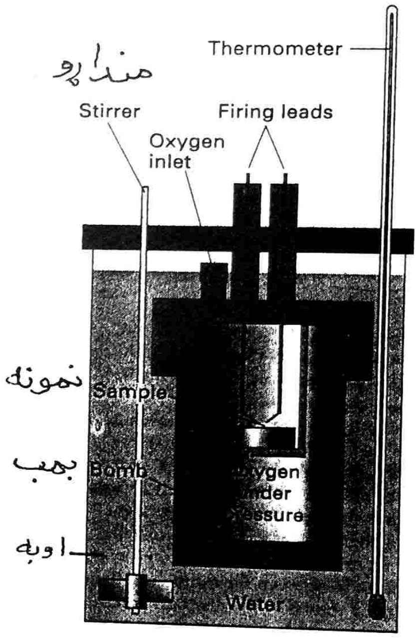
(11- 1) د بعضي موادو د تودوخي ظرفيتونه

		$C_{p,s}$/J K^{-1} g^{-1}
Air		1.01
Benzene, C_6H_6		1.05
Brass		0.37
Copper, Cu		0.38
Ethanol, C_2H_5OH		2.42
Glass (Pyrex)		0.78
Granite		0.80
Marble		0.84
Polyethylene		2.3
Stainless steel		0.51
Water, H_2O	solid	2.03
	liquid	4.18
	vapour	2.01



شکل (11 – 9)

د (Cp _ T) د ګراف له مخې د تودوخې د متوسط ظرفيت معلومول



شکل (11 – 10)

د ثابت حجم کالوري متر پمپ

کالوري متري : په يو فزيکي يا کيمياوي جريان کې د آزادې شوې يا جذب شوې تودوخې اندازه معلومول د کالوري متري په نوم يادېږي. کالوري متر داسې يوه آله وي چې د هغې د ديوالو څخه تودوخه نه تيرېږي. او کومه تودوخه چې د کالوري متر په داخل کې د يو فزيکي يا کيمياوي جريان په نتيجه کې آزاده يا جذب شي د کالوري متر او د هغه په داخل کې د ټولو موادو او سامانو د تووخې د درجې د لوړيدو او يا راټيټيدو سبب ګرځي د يو کالوري متر د قت او ښه والی په دې پورې اړه لرري چې د هغه د ديوالو څخه تو دوخه تيره نشي او د تودوخې د درجې تغير په ډير دقت او اسانۍ اندازه شي. مخکې له دې چې په کالوري متر کې د يو جريان حرارتي اثر معلوم کړي لومړی د کالوري متر حرارتي ظرفيت (C) عملاً معلوموي. د کالوري متر د تودوخې د ظرفيت د معلوملو ډير ميتودونه وجود لري چې موږ يې دوه لارې دلته ښيوو :

۱ – که کالوري متر د برقي تودوخې سيستم ولري نو بيا دغه سيستم ته د برق د يو منبع څخه چې ولتاژ ئې V دې د t په اندازه وخت دپاره د I جريان ورکوو چې په حقيقت کې دغه سيستم د $Q_v = I \cdot V \cdot t$ په

اندازه تودوخه جذبوي. که د سیستم د تودوخې درجه د ΔT په اندازه لوړه شي نو بيا د کالوري متر حرارتي ظرفيت دلاندي فورمول څخه په لاس راوړي.

$$C = (I . V . T) / \Delta T \quad .... \ (11-18)$$

مثلاً که د برق د يو منبع څخه چې ولتاژ ئې $V = 12\ V$ دې د 123 ثانيو دپاره د 23 امپير په اندازه جريان کالوري متر ته داخل شي او د کالوري متر د تودوخې درجه $\mathring{c}$ 47 , 4 په اندا تزه لوړه شي نو دکالوري متر حرارتي ظرفيت مساوي کيږي.

$$C = (1,23A \ . \ 12\ V \ . \ 123\ S) / 4,47\ c$$

$$(1\ A.V.S = 1\ j)$$

$$C = 1,82\ Kj \ / \ 4,47\ c = 0,407\ Kj \ (\mathring{c})^{-1}$$

۲ - که کالوري متر د برقي تودوخې سيستم و نه لري نو دلته په کالوريمتر کې يوه داسې عمليه اجرا کوو چې د هغې تودوخه معلومه او په جدولونو کې ورکړل شوي وي. مثلاً د بنزوتئيک اسيد د سو زيدو په نتيجه کې$(Q v = 322\ Kj\ mol^{-1})$تودوخه آزاديږي نو په کالوري متر کې دغسې يوه عمليه چې حرارتي اثر (Q) ئې معلوم وي اجرا کوو ا و فقبط د کالوري متر دتودوخې د درجې تغير ΔT دقيقاً اندازه کوواو بيا د لاندې معادلې څخه د کالوري متر د تودوخ ې ظرفيت حسابوو.

$$C = Q \ / \Delta T \quad .... \quad (11-19)$$

اوس چې دکالوريمتر د تودوخې ظرفيت C پييژنو نو په کالوري متر کې هغه عمليه چې د تودوخې مقدار معلومول ئې مطلوب دی اجرا کوو او دا وار هم فقط د کالوري متر د تودوخې د درجې تغير (ΔT) دقيق اندازه کوو چې په اخر کې د دغه عملي حرارتي اثر په لاندې ډول حسابوو.

$$\text{د تودوخې مقدار}\ (Q) = C \ . \Delta T \quad .... \quad (11-19')$$

مثلاً دغه کالوري متر چې دتودوخې ظرفيت ئې موږ $0,407\ Kj\ (\mathring{c})^{-1}$ معلوم کړ په هغې کې مو يو تعامل اجرا کړ چې په نتيجه کې د کالوري متر د تودوخې درجه $(3,22\ \mathring{c})$ لوړه شوه. هغه تودوخه چې په دې تعامل کې آزاده شوې مساوي کيږي:

$$Q = 0,407\ Kj\ (\mathring{c})^{-1} \ . \ (3,22\ \mathring{c})$$

$$Q = 1,31\ Kj$$

دکالوري مترو له جملې څخه یو ئي د ثابت حجم واله پمپ کالوري متر د ی چې په (10 – 11) شکل کې ورکړل شوی دی. بمب د کالوري متر داخلي تیوب دی چې ډیر دروند او مضبوط دی او د لوړ فشار په مقابل کې مقاومت کو لای شي. د کالوري متر داخلي قسمت کې امتحاني نمو نه ایښودل شوي ده . دې قسمت ته د یو نل له لارې په کافي اندازه اکسیجن داخلیږي. د امتحاني نمونې سره په تماس کې د برق دوه سیمان دي کله چې برق چالان شي نو د دغه سیمانو تر منځ برقي جرقه کیږي او امتحاني نمونه اور اخلي د سوزیدو په دې تعامل کې چې کومه تودوخه آزادیږي. یوازې د کالوري متر د تودوخې د درجې د لوړیدود دپاره مصرفیږي. په دې کالوري متر کې د (Δ T) قیمت د مقاومت د ترمومتر په واسطه دقیق اندازه کیږي او وروسته د (19 – 11) معادلې پر اساس د دغه تعامل حرارتي اثر (Q) حسابیږي

د موادو دتودوخي د ظر فیت په هکله حل شوي سوالونه:

1 : درې موله ارګون ته 229 j تودوخه ورکړل شوي ده او په دې جریان کې د ارګون دتودوخي درجه 2, 55k لوړه شوي ده د ارګون Cp ,m او Cv ,m حساب کړي

حل :

$$Cp = Qp / \Delta T = 229\, j / 2,55\, k = 89,8\ j\, k^{-1} ,\quad Cp,m = Cp / n = 89,8 / 3 = 30\, j\, k^{-1} mol^{-1}$$

$$Cp,m - Cv,m = R$$

$$Cv,m = Cp,m - R = (30 - 8,3)\ j\, k^{-1} mol^{-1} = 22\, j\, k^{-1} mol^{-1}$$

2 : یوه ماده د 290 k څخه تر 275 k پورې سړه شوي ده او په دې جریان کې ئ 1 , 2 kj تودوخه دلاسه ورکړې ده که ددغه مادې کتله 25 ګرامه وي نو دهغې Cp , Qp او Δ H حساب کړي .

حل :

$$Qp = 1,2\, kj \quad , \quad \Delta H = 1,2\ kj$$

$$Cp = -1,2 / -15 = 80\ j\, k^{-1},\quad Cp = 80\ j\, k^{-1} / 25\, g = 3,2\ j\, k^{-1} g^{-1}$$

3 : درې موله اکسیجن ته دثابت فشار(3,25 atm) لاندې د 260 k څخه تر 285 k ن پورې حرارت ورکړل شوي دي که د ثابت فشار لاندې د اکسیجن دتودوخي مولي ظر فیت $29,4\ j\, k^{-1} mol^{-1}$ وي نو په دې جریان کې د اکسیجن Qp ، Δ H او Δ U حساب کړي

حل :

$$Qp = Cp\, \Delta T = n\, Cp,m\ \Delta T = (3\, mol . 29,4\, j\, k\, mol . 25\, k = 2,2\, k$$

$$\Delta H = Qp = 2,2\, kj$$

اوس د $H = U + PV$ افاده په پام کي نيسو او ليکو

$$\Delta U = \Delta H - \Delta(PV) = \Delta H - \Delta(nRT) = \Delta H - nR\Delta T$$

$$\Delta U = (2,2\,kj) - (3,0\,mol\ .\ 8.314\ j\,k\,mol)\,25\,k = 2,2\,kj - 0,62\,kj = 1,6\,kj\ .$$

4 : د يو ايد يال گاز دتودوخي ظرفيت د تودوخي ددرجي سره داسي اړيکي لري

$$Cp,m\ (j\,k^{-1}\,mol^{-1}) = 20,17 + 0,3665\,T\,(k)$$

که دد غه گاز د تودوخي درجه د 25 c° خخه تر 200 c° پوري لوړه شي ددي جريان $Q, A, \Delta U, \Delta H$ ديو مول دپاره په لاندي شرايطو کي حساب کړي .

P=const -a

V= const -b

حل :

که فشار ثابت وي نو ($Q = \Delta H$) اوليکو

$$\Delta H = \int_{T1}^{T2} dH \quad , \quad dH = n\,Cp,m\ dT$$

$$dH = [\,20,17 + 0,3665\ T\,]\,dT$$

$$\Delta H = \int_{T1}^{T2} dH = \int_{298}^{473} [\,20,17 + 0,665\ T]\,dT$$

$$\Delta H = 20,17\,.\,(473 - 298) + (0,3665/2)\,.\,T^2 \Big|_{298}^{473}$$

$$\Delta H = 20,17(473-298) + \frac{0,3665}{2}[(473)^2 - (298)^2]$$

$$Q = \Delta H = 2,83\,.10^4\ j = 2,83\,kj$$

$$A = W = -P_{ex}\,\Delta V$$

$$P = P_{ex} = const$$

$$A = W = -\Delta(PV) = -\Delta\ (nRT) = -nR\Delta\ T$$

$$= (-1\,mol)\,.\,(8,314\,j\,k\,mol)\,.\,(473 - 298) = 1,45\,.\,10^3\ j = 1,45\,kj$$

$$\Delta U = Q + A = (28{,}3\ kj) + (-1{,}45\ kj) = 26{,}8\ kj$$

5 : د امونیا ک متوسط مولي حرارتي ظرفیت د تودوخي د 200 k او 300k تر منځ پیدا کړي د امونیاک د حقیقي حرارتي ظرفیت ارتباط د تودوخي د درجي سره په لاندي ډول دي :

$$C_{p,m} = (24{,}8 + 37{,}5 \cdot 10^{3} T + 7{,}36 \cdot 10^{-6} T^{2})\ j\ k^{-1} mol^{-1}$$

حل

$$\bar{C}_{p,m} = \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dT$$

$$C_{p,m} = a + bT + CT^{2}$$

$$\bar{C}_{p,m} = \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} (a + bT + CT^{2})\, dT$$

$$\bar{C}_{p,m} = a + b/2\,(T_2 + T_1) + C/3\,(T_2^{2} + T_1 T_2 + T_1^{2})$$

$$\bar{C}_{p,m} = 24{,}8 + (37{,}5/2) \cdot 10^{-3} (300 + 200) + (7{,}36/3) \cdot 10^{-6} [(300)^{2} + 200 \cdot 300 + (200)^{2}]$$

$$C_{p,m} = 33{,}7\ j\ k^{-1} mol^{-1}$$

6 : د نایتروجن ګاز د $25\,^{\circ}C$ څخه تر $100\,^{\circ}C$ پوري ګرم شوي دي په دي جریان کي د نایتروجن د انتالپي تغیر حساب کړي . د تودوخي په دغه واټن کي د نایتروجن د تودوخي ظرفیت د تودوخي د درجي سره په لاندي ډول ارتباط لري

$$C_p = a + bT + C/T^{2}$$

حل :

$$\Delta H = \int_{T_1}^{T_2} (a + bT + C/T^{2})\, dT = \int_{T_1}^{T_2} a\, dT + \int_{T_1}^{T_2} bT \cdot dT + \int_{T_1}^{T_2} (C/T^{2})$$

اوس د انتیګرالونو د حل فورمولونه په پام کي نیسو او لیکو :

$\int dX = X$, $\int X\,dX = (1/2).X^2$ $\int dX/X^2 = -1/X$

$H_{T2} - H_{T1} = a(T_2 - T_1) + (1/2)b(T_2^2 - T_1^2) - C(1/T_2 - 1/T_1)$

$H_{373} = H_{298} + 2,20\ kj\ mol^{-1}$

7 : د سل ګرامه اوبو د تودوخي درجه د 20 $^\circ c$ څخه 80 $^\circ c$ ته ($\Delta\ T = +60\ k$) لوړه شوي ده که په دي عمليه کي فشار ثابت پاتي شي نو ددغه اوبو د انتالپي تغير حساب کړي

حل :

$\Delta H = n\ Cp\ .\ dT$

$Cp_{H_2O} = 78,29\ j\ k^{-1} mol^{-1}$

$n.{H_2O} = 100/18 = 5,55\ mol$

$\Delta H = (5,55\ mol.)(78,29\ j\ k^{-1} mol^{-1}).(60\ k) = 25\ kj$

:8- ديو الياژ د اجزاو فيصدي او حرارتي ظرفيت په لاندي ډول ورکړل شوي دي

فلز	فيصدي	Cp ($Kj\ k^{-1} kg^{-1}$)
Bi	50,7	0, 122
Pb	25	0, 129
Cd	10,1	0,231
Sn	14 ,2	0 , 221

ددي الياژ مخصوص حرارتي ظرفيت حساب کړي

حل :

د مخلوط مخصوص حرارتي ظرفيت د لاندي فورمول له مخي پيدا کيږي:

$$Cp = Cp_{(Bi)} . 0,507 + Cp_{(Pb)} . 0,25 + Cp_{(Cd)} . 0,101 + Cp_{(Sn)} . 0,142$$

$$Cp = 0,122 . 0,507 + 0,129 . 0,25 + 0,231 . 0,101 + 0,221 . 0,142$$

$$Cp = 0,148 \ kj \ k \ kg$$

9 - د کوکس د ګاز د اجزاو فیصدي او متوسط حرارتي ظرفیت په لاندي دول ورکړل شوي دي

ګاز	CO_2	CO	O_2	H_2	N_2	H_2O	CH_4	C_mH_n
فیصدي	2,64	5,08	0,79	58,00	4,46	2,3	24,66	8,07
$\bar{C}$ (kj k^{-1} m^{-3})	1,697	1,274	1,33	1,295	1,27	1,455	1,504	2,082

ددي معلوماتو له مخي د کوکس حجمي متوسط حرارتي ظرفیت پیدا کړي.

حل:

$$C = 1/100 \ (1,697 . 2,64 + 1,303 . 0,79 + 2,082 . 2,07 + 1,274 . 5,08 + 1,504 . 24,66 +$$

$$+ 1,295 . 58 + 1,455 . 2,3 + 1,27 . 4,46) = 1,3776 \ kj \ m^{-3} \ k^{-1}$$

10 - د D - ribose ($C_5H_{10}O_5$) یوه نمونه چي کتله ئ (0,727 g) ده په یو کالوریمتر کي د کافي اکسیجن په موجودیت کي سوزول کیږي او په نتیجه کي د کالوري متر د تودوخي درجه 0,910 k لوړیږي.
له دي تجربي دمخه د بنزویک اسید 0,825 g په همدغه کالوري متر کي سوزول شوي او د کالوري متر دتودوخي درجه 1,940 k لوړه شوي ده. د جدول له مخي د بنزویک اسید د سوزیدو تودوخه (3251 -) کیلو ژول في مول ده.
د 15 ګرامه (D – ribose) دسوزیدو تودوخه حساب کړي.

حل:

هغه کالوري متر چي دموادو د سوزیدو د تودوخي داندازه کولو دپاره په کار راځي د ثابت حجم کالوري متر ؤ پس لیکو:

$$\Delta U = Q_v$$

د يو مول بنزويک اسيد د سوزيدو تودوخه (3251 kj -) ده پس د 0,825 g بنزويک اسيد د سوزيدو تودوخه مساوي کيږي :

$$Q_v = 0,825\ g / 122.12\ g\ mol^{-1}\ (-3251\ kj\ mol^{-1}) = 21,96\ kj$$

د 0, 825 g بنزويک اسيد د سوزيدو په نتيجه کي د کالوري متر د تودوخي درجه 1 , 940 k لوړه شوي ده پس د کالوريمتر ثابت مساوي کيږي

$$C = 21,96\ kj / 1,940\ k = 11,32\ kj\ k^{-1}$$

پس د 0, 727 g (D – r ibose) دسوزيدو تودوخه مساوي کيږي :

$$Q_v = C\ \Delta T$$

$$Q_v = (-11,32\ kj\ k^{-1}) . (0,910\ k) = 10,36\ kj$$

11 - يو نوي کاربن فلورايد چي کتله ئ 102 g mol^{-1} ده په يو داسي کالوري متر کي چي دبرقي تودوخي سستم لري خيرل کيږي . دغه ماده د 650 Torr فشار لاندي دتودوخي په t c° کي غليان کوي کله چي دتودوخي درجه t c ته ورسيده دهغي وروسته د برقي تودوخي سستم ته د 650 ثانييو د پاره د 0 , 232 امپيره د برق جريان د داسي منبع څخه چي ولتاژئ 12, 0 V دي راځي اوپه نتيجه کي ددغه امتحاني نمونې 1,871 g تبخيريږي د نوموړي مادي د تبخير مولي انتالپي اودمولي داخيلي انرژي تغير حساب کړي

حل :هغه تودوخه چي کالوري متر ته ورکړل شوي مساوي کيږي :

$$Q_p = I\ V\ t = 12V (0,232\ A) . (650\ s) = 1,81 . 10^{3}\ J = 1,81\ KJ$$

$$\Delta H = Q_p = 1,81\ kj \quad , \quad (P = const)$$

$$\lambda = \Delta_{vap} H = \Delta H / n = (102\ g\ mol^{-1} / 1,871\ g) (1,81\ kj) = +98,7\ kj\ mol^{-1}$$

$$\Delta_{vap} U = \Delta_{vap} H - \Delta n_{(g)} R T$$

$$\Delta n_{(g)} = 1$$

$$\Delta_{vap} U = (98,7\ kj\ mol^{-1}) - (1\ mol) . (0,008314\ kj\ k^{-1}\ mol^{-1}) . (351\ k) =$$

$$= +95,8\ kj\ mol^{-1}$$

2-11-ترمو کيميا

هغه تودوخه چې د يو کيمياوي تعامل په جريان کې جذب يا آزاديږي په لاندتې شرايط کې يو معين مقدار لري او د تعامل د تودوخې د اثر په نامه ياديږي.

۱ - که تعامل په سر پټي لوښي ((V =co nst) یا سر خلاصي لوښي (p = const) کي اجراشي نو څرنګه چې مخکې مو ثابته کړه Q v ا Q p دواړه د سیستم خاصیت او د سیستم د حالت تابع دی. یعنې د یو تعامل Q v ا و Qp دواړه معیین قیمتونه لري.
۲ - د ثابت فشار لاندې د انبساطي کار پرته بل ډول کار باید د تعامل په جریان کې اجرا نشي.
۳ - د تعامل څخه د حاصل شویو موادو د تودوخې درجه باید په تعامل کې د داخل شویو موادو د تودوخې د درجې سره مساوي شي. یوازې په دې صورت کې کومه تودوخه چې د کیمیاوي تعامل په جریان کې جذب یا ازاده شوی ده یو معین قیمت لرلا شی مثلآ که دیو تعامل دختمیدووروسته لمړی کرت سمدستی کومه تودوخه چی د کیمیاوی تعا مل په جریان کی ازاده شوی اندازه شي اود. ویم کرت انتظار وایستل شبي تر څو د سیستم د تودوخې درجه د اولیه موادو د تودوخې درجې(اطاق د تودوخې د درجې) سره مساوي شي. اوپس له هغې د کیمیاوي تعامل د عمومي جریان د تودوخې مقدار اندازه شي نو واضح خبره ده کومه تودوخه چې د ویم کرت دسیستم څخه آزاده شوې ده د لومړي کرت څخه زیاته ده ځکه چې په لومړي کرت کې د تعامل حاصلات لاتر اوسه ګرم دي او د اطاق د تودوخې د درجې پورې د سړیدو په صورت کې د دغه موادو څخه نوره تودوخه هم آزادیږي داچی د اولیه موادو د تودوخې درجه ((د اطاق د تودوخې درجه)) مور ته معلومه ده نو په دویم کرت کومه تودوخه (Q v , Q p) چې اندازه او محاسبه کیږي یو معین قیمت لرلای شي. پس د یو کیمیاوي تعامل حرارتي اثر داسي تعریف کوو:
هغه تودوخه چې د ثابت حجم او د تودوخې په ثابته درجه ((د تعامل څخه د حاصل شویو او په تعامل کې د داخل شویو موادو د تودوخې درجه یو شی وي)) کې په یو تعامل کې جذب او یا آزادیږي(Q v) او یا هغه تودوخه چې د ثابت فشار لاندې او د تودوخې په ثابته درجه کې په یو تعامل کې جذب او یا آزادیږي (Q p) د هغه تعامل د حرارتي اثر په نامه یادیږي. د تو دوخې په معینه درجه او د معین ثابت فشار لاندې د هر کیمیاوي تعامل حرارتي اثر یو معین او ثابت قیمت لري.

د هس قانون:

د کیمیاوي تعامل حرارتي اثر د هغه سیستم په ابتدائي او انتهائي حالت((په تعامل کې د داخل شویو او د تعامل څخه د حاصل شویو موادو په طبیعت او خواصو)) پورې اړه لري او د کیمیاوي تعامل په لار یعنې د کیمیاوي تعامل په منځنیو مرحلو پورې اړه نلري. د مثال په توګه د کاربن څخه د کاربندای اکساید لاس ته راوړل په پام کې نیسو: د کاربن څخه کاربندای اکساید په دوو لارو لاس راتلای شي

۱ - کاربن د کافي مقدار اکسیجن په موجودیت کې سوځي او کاربندای اکساید جوړیږي

$$C + O_2 = CO_2 \qquad \Delta H = -94,030 \ Kcal$$

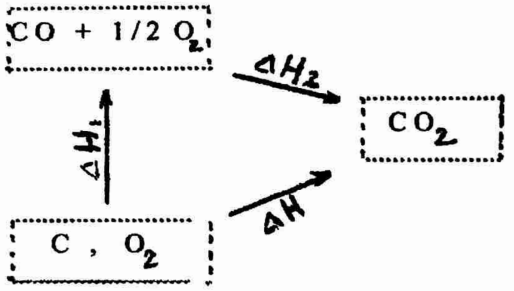
۲ - کاربن په داسې محیط کې سوزول کیږي چې هلته د اکسیجن مقدار کم وي.

$$C + 1/2\ O_2 = CO \qquad \Delta H_1 = -26,39 \ Kcal$$

بیا لاس ته راغلی کاربن مونو اکساید د دستګاه داسې قسمت ته ځي چې هلته دتودوخې درجه کافي لوړه او هم اکسیجن په کافي اندازه موجود دی دلته داسې تعامل صورت نیسي.

$$CO + (1/2)O_2 = CO_2 \qquad \Delta H_2 = -67,64 \ Kcal$$

دکاربن څخه د کاربندای اکساید د لاس ته راوړو لارې په لاندې شکل کې ښودل کیږي.



د هس د قانون په اساس د کاربن څخه دکاربندای اکساید د لاس ته راوړلو د تعامل حرارتي اثر باید د دواړو لارو څخه یو شی وي. پس لیکو چې:

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$-94,03 \ Kcal = (-26,39 Kcal) + (-67,64 Kcal) =$$

$$-94,03 Kcal = -94,03 Kcal$$

دکیمیاوي مادې دجوړیدو تودوخه:

د ساده موادو ((کیمیاوي عناصرو)) څخه د یوې کیمیاوي مادې د جوړیدو په تعامل کې چې کومه تودوخه جذب یا آزادیږي د هغې مادې د جوړیدو د تودوخې په نامه یادیږي.د موادو د جوړیدو د تودوخه اکثراً د ثابت فشار لاندې د یو مول مادې دپاره معلومیږي.

د یو شمیر موادو دجوړیدو کیمیاوي تعاملات لاندې ورکړل شوي دي.

$$(3/2)H_2 + (1/2)N_2 = NH_3 \qquad \Delta H_{(NH_3)}$$

$$C + O_2 = CO_2 \qquad \Delta H_{(CO_2)}$$

$$H_2 + (1/2)O_2 = H_2O \qquad \Delta H_{(H_2O)}$$

(3 – 11) جدول: د بعضي کیمیاوي موادو د جوړیدو تودوخې:

in 10^5 J mol^{-1} bij $T = 298$ K en $p = p_0$

$AgBr(s)$	− 0,995	$HBr(g)$	− 0,362	$NaBr(s)$	− 3,60
$AgCl(s)$	− 1,27	$HCl(g)$	− 0,923	$NaCl(s)$	− 4,11
$AgF(s)$	− 2,03	$HF(g)$	− 2,69	$Na_2CO_3(s)$	−11,31
$AgI(s)$	− 0,624	$HI(g)$	+ 0,259	$NaF(s)$	− 5,69
$Ag_2O(s)$	− 0,306	$HNO_3(l)$	− 1,73	$NaI(s)$	− 2,88
$AlCl_3(s)$	− 6,95	$H_2O(l)$	− 2,86	$Na_2O(s)$	− 4,16
$Al_2O_3(s)$	−16,70	$H_2O(g)$	− 2,42	$NaOH(s)$	− 4,27
$BaBr_2(s)$	− 7,55	$H_2O_2(l)$	− 1,88	$Na_2SO_4(s)$	−13,84
$BaCl_2(s)$	− 8,60	$H_2S(g)$	− 0,201	$NH_3(g)$	− 0,462
$BaCO_3(s)$	−12,18	$H_2SO_4(l)$	− 8,11	$NH_4Cl(s)$	− 3,15
$BaI_2(s)$	− 6,02	$KBr(s)$	− 3,92	$NH_4NO_3(s)$	− 3,65
$BaO(s)$	− 5,58	$KCl(s)$	− 4,36	$NO(g)$	+ 0,904
$Ba(OH)_2(s)$	− 9,46	$KClO_3(s)$	− 3,91	$NO_2(g)$	+ 0,339
$BaSO_4(s)$	−14,65	$KF(s)$	− 5,62	$N_2O(g)$	+ 0,815
C(s) diamant	+ 0,019	$K_2O(s)$	− 3,61	$N_2O_4(g)$	+ 0,0967
$CaBr_2(s)$	− 6,75	$KOH(s)$	− 4,26	$O_3(g)$	+ 1,42
$CaCl_2(s)$	− 7,95	$KI(s)$	− 3,28	$P_x(s)$ rood	− 0,18
$CaCO_3(s)$	−12,07	$LiBr(s)$	− 3,50	$PCl_3(l)$	− 3,39
$CaI_2(s)$	− 5,35	$LiCl(s)$	− 4,09	$PCl_5(s)$	− 4,63
$CaO(s)$	− 6,36	$LiF(s)$	− 6,12	$PbCl_2(s)$	− 3,59
$Ca(OH)_2(s)$	− 9,87	$Li_2O(s)$	− 5,96	$PbO(s)$	− 2,19
$CaSO_4(s)$	−14,23	$LiI(s)$	− 2,71	$PbO_2(s)$	− 2,77
$CO(g)$	− 1,105	$MgBr_2(s)$	− 5,18	$SiO_2(s)$	− 8,59
$CO_2(g)$	− 3,935	$MgCl_2(s)$	− 6,42	$SnCl_2(s)$	− 3,50
$CS_2(l)$	+ 0,879	$MgCO_3(s)$	−11,13	$SnCl_4(l)$	− 5,45
$CuO(s)$	− 1,55	$MgO(s)$	− 6,02	$SO_2(g)$	− 2,97
$CuS(s)$	− 0,485	$MgI_2(s)$	− 3,60	$SO_3(g)$	− 3,95
$CuSO_4(s)$	7,70	$MgSO_4(s)$	12,78	$ZnCl_2(s)$	− 4,16
$CuSO_4 . 5H_2O(s)$	−22,78			$ZnO(s)$	− 3,48
$FeCl_2(s)$	− 3,41			$ZnS(s)$	− 2,03
$FeCl_3(s)$	− 4,05				
$FeO(s)$	− 2,67				
$Fe_2O_3(s)$	− 8,22				

■ کاربن د گرافیت، فاسفورس سپین، او سلفر (رمبیک) د اولیه موادو په حیث ■

باید زیاته کړو چې د یوې کیمیاوي مادې د جوړیدو او تخریب کیدو تودوخې عدد اً یو شي ولې علامې ئې مخالف وي. نو ځکه هر څومره زیاته تودوخه چې د یوې ک یمیاوي مادې د جوړیدو په وخت کې آزاده شوي وي په همغه اندول د هغې مادې د تخریب لپاره زیاتې تودوخې ته ضرورت دی. همدا سبب دی چې د اکزوترمیک تعامل حاصلات د اندوترمیک تعامل د حاصلاتو په پرتله ډیر ثابت دی. که د یو کیمیاوي تعامل د ټولو موادو د جوړیدو تودوخې وپیژنو نو کولای شو چې په نظري ډول د هغه تعامل حرارتي اثر محاسبه کړو.

مثال: د تودوخې په $25\,^{\circ}C$ درجه کې د کوراندوم د کرستل ($Al_2O_3 - \alpha$) او د (SO_3) د ګاز څخه د کرستلي المونیم سلفیت د جوړید و دتعامل حرارتی اثر محاسبه کړی په دغه تعامل کی دشاملو موادو دجوړیدود تودوخستندرد قیمتونه پهلاندی دول کی ورکړل شوی دی.

$$\Delta H^{\circ}(Al_2O_3) = -400,5\ K\,cal$$

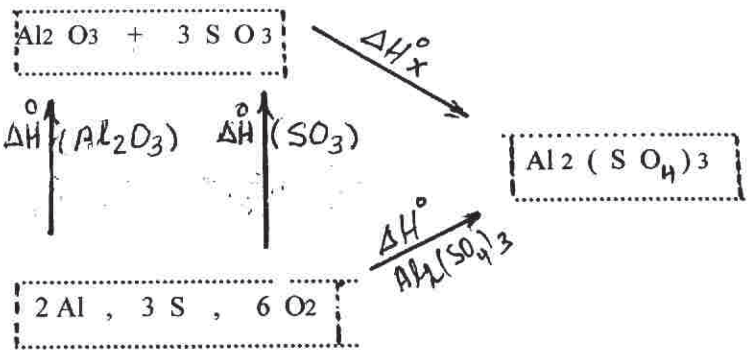
$$\Delta H^{\circ}[Al_2(SO_4)_3] = -822,8\ K\,cal$$

$$\Delta H^{\circ}(SO_3) = -94,6\ K\,cal$$

حل:

د کوراندوم او سلفر ترای اکساید څخه د المونیم سلفیت د جوړیدو تعامل په لاندې ډول دی.

$$Al_2O_3 + 3SO_3 = Al_2(SO_4)_3 \qquad \Delta H^{\circ}_X = ?$$



د هس د قانون په اساس لیکو:

$$\Delta H^{\circ} Al_2(SO_4)_3 = \Delta H^{\circ}(Al_2O_3) + \Delta H^{\circ}(SO_3) + \Delta H^{\circ}_X$$

$$\Delta H^{o}_{298} = \{\Delta H^{o}\ Al_2(SO_4)_3\} - \{\Delta H^{o}\ (Al_2O_3) + 3\Delta H^{o}(SO_3)\}$$

$$\Delta H^{o}_{298} = (-822,8\,K\,cal) - (-400,5\,K\,cal - 3\,.\,94,6\,K\,cal)$$

$$\Delta H_x = \Delta H^{o}_{298} = (-822,8\,K\,cal) - (-684,3\,K\,cal) = -138,5\,K\,cal$$

پس د هس د قانون په اساس د یو کیمیاوي تعامل حرارتي اثر د تعامل څخه د حاصل شویو موادو د جوړیدو د تودوخو مجموعه منفي په تعامل کې د شامل شویو موادو د جوړیدو د تودوخو د مجموعې سره مساوي کیږي. په دې محاسبه کې د کیمیاوي تعامل په معادله کې د هرې مادې د مولونو شمیر په پام کې نیول کیږي او د ساده موادو لکه (O_2 , N_2 , C , Cu) د جوړیدو حرارتونه صفر حسابیږي.

د کیمیاوي موادو د سوزیدو تودوخه :

هغه تودوخه چې د یوې کیمیاوي مادې د مکمل سوزیدو په نتیجه کې آزادیږي د هغې مادې د سوزیدو د تودوخې په نامه یادیږمي. د ک یمیاوي مادې د مکمل سوزیدو څخه مطلب دا دی چې په هغه مرکب کې د ټولو شاملو عناصرو د اعظمي ولانس اکسایدونه جوړ شي. مثلاً که یو هایدروکاربن وسوزي نو دلته باید اوبه او کاربندای اکساید جوړ شي او که اوبه او کاربن مونو اکساید جوړ شي نو دغه د هایدروکاربن مکمل سوزیدل. نه دي د عضوي تعاملاتو حرارتي اثر اکثراً په هغه تعامل کې د شاملو موادو د سوزیدو د حرا ر تو په مرسته حسابوي. په دې صورت کې په تعامل کې د داخل شویو موادو د سوزیدو د تودوخو د مجموعې څخه د تعامل څخه د لاس ته راغلیو موادو د سوزیدو د تودوخې مجموعه منفي کوي.

مثال: د لاندې کیمیاوي تعامل د تودوخې اثر حساب کړی.

$$C_6H_6 = 3\ C_2H_2 \qquad \Delta H = \ ?$$

په دې تعامل کې د شاملو موادو د سوزیدو حرارتونه په لاندې ډول دي.

$$C_6H_6 + (15/2)\,O_2 = 6\,CO_2 + 3\,H_2O\ ,\ \Delta H_1 = -780,98\,K\,cal$$

$$C_2H_2 + (5/2)O_2 = 2CO_2 + H_2O \qquad \Delta H_2 = -310,62\,K\,cal$$

د پورتني تعریف په اساس لیکو چې:

$$\Delta H = \Delta H_1 - 3\,.\,\Delta H_2$$

$$\Delta H = (-780,98\,K\,cal) - 3\,.\,(-310,62) = 150,88\,K\,cal$$

د یو شمیر کیمیاوي موادو د سوزیدو د تودوخو ستندرد قیمتونه په (4 – 11) جدول کې ورکړل شوي دي

(4 – 11) جدول : د یو شمیر کیمیاوی موادو د سوزیدو د تودوخو ستندرد قیمتونه

in 10^{5} J mol^{-1} , T = 298k   P = P° H_2O (L)

مرکب	ΔH°_{298}	مرکب	ΔH°_{298}
CH_4 (g)	- 8,90	HCHO (g)	- 5,50
C_2H_6 (g)	- 15,59	CH_3 - CHO (g)	- 11,66
C_3H_8 (g)	- 22,19	CH_3O - C_2H_5 (g)	- 14,53
n - C_4H_{10}	- 28,75	C_2H_5O - C_2H_5 (l)	- 27,25
Isobutane	- 28,67	HCOOH (l)	- 2,70
C_3H_6 (g)	- 20,77	CH_3COOH(l)	- 8,72
C_2H_4(g)	- 14,10	C_2H_5COH(l)	- 15,75
$CH_3CH : CH_2$(g)	- 20,75	$(COOH)_2$ (s)	- 2,46
CH_3 - CH_2 - CH = CH_2(g)	- 27,15	$CH_3CHOHCOOH$(s)	- 13,64
		$HOOCCH_2C(OH)(COOH)$ CH_2 - COOH(s)	- 19,85
CH_3 : CH CH : CH_2(g)	-25,40	CH_3CHNH_2 - COOH(s)	- 16,22
C_6H_6 (l)	- 32,70	$C_5H_{10}O_5$	- 23,49
$CH_3C_6H_5$(l)	- 39,07	$C_6H_{12}O_6$ (s)	- 28,16
CH ≡ CH	- 12,99	Galactose $C_6H_{12}O_6$ (s)	- 28,06
H - C = C - CH_3(g)	- 19,37	Maltose (s)	- 56,49
CH_3 - OH(l)	- 7,26	Sacharose(s)	- 56,47
C_2H_5OH(l)	- 13,66		
CH_2 - CH - CH_2(l) OH OH OH	- 16,61		

د بورن هابر سیکل: د کرستلي جالی انرژي د بورن هابر د سیکل له مخې پیدا کولای شو. هغه انرژي چې یو مول کرستلي ماده رنګه ((تخریب)) او لاس ته راغلي اتومونه د ګاز په حالت په آزادو یو اتومه ایونو واړوی د هغې مادې د کرستلي جالی د انرژي په نامه یادیږي. دغه انرژي د بورن هابر د سیکل له مخې حسابیدای شي. مثلاً د خوړلو د مالګې د کرستلي جالی انرژي په لاندې ډول محاسبه کیږي.

۱ – جامد سودیم او هم مالیکولي کلورین د ګاز په حالت د سودیم په آزادو اتومو او د کلورین په آزادو اتومو اړوو. هغه انرژي چې د دې کار لپاره په مصرف رسیږي هغه په ΔH_1 ښیوو.

$$Na\,(s) \longrightarrow Na\,(g) \qquad \Delta H_{1,a} = 25,98\,Kcal$$

$$(1/2)Cl_2\,(g) \longrightarrow Cl\,(G) \qquad \Delta H_{1,b} = 29,01\,Kcal$$

$$\Delta H_1 = \Delta H_{1,a} + \Delta H_{1,b} = 25,98\,Kcal + 29,01\,Kcal$$

$$\Delta H_1 = 55\,Kcal$$

۲ – د سودیم او د کلورین د آزادو اتومو د ایونایزیشن انرژي حساب او هغه په ΔH_2 ښیوو.

$$\overset{\bullet}{Na}\,(g) \longrightarrow \overset{+}{Na} + \bar{e} \qquad \Delta H_{2,a} = 118,6\ Kcal$$

$$\overset{o}{Cl}\,(g) \longrightarrow \bar{Cl} - \bar{e} \qquad \Delta H_{2,b} = -87,3\,Kcal$$

$$\Delta H_2 = \Delta H_{2,a} + \Delta H_{2,b} = 118,6\,Kcal + (-87,3\,Kcal)$$

$$\Delta H_2 = 31,3\,Kcal$$

۳ – هغه انرژي چې د ګاز په حالت د سودیم او کلورین د آزادو ایونو د متقابل جذب له کبله دیو مول کرستلي سودیم کلوراید د جوړیدو په وخت آزادیږي د سودیم کلوراید د کرستلي جالی د انرژی په نامه یاده او په ($-U$) ښودل کیږي. د U قیمت باید پیدا شي.

٤ – هغه انرژي چې د یو مول کرستلي مالګې د رنګیدو او د مالیکولي کلورین او جامد سودیم د لاس ته راتلو په جریان کې مصرفیږي په (ΔH_4) ښیوو.

$$\Delta H_4 = 98,2\,Kcal$$

اوس د بورن هابر سیکل تکمیل شو. د دې ترلي سیکل حرارتي اثر باید صفر وي. پس لیکو چې:

$$\Sigma \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_4 - U = 0 \quad \text{.....} \quad (11-20)$$

$$\sum \Delta H = 55\ Kcal + 31,3\ Kcal + 98,2\ Kcal - U = 0$$

$$U = 184,5\ Kcal$$

که د يوې مادې د کرستلي جالۍ انرژي U وپيژنو بيا د بو ر ن هابر د سيکل او د (20– 11) معادلې له مخې د دغه معادلې هر نامعلومه حد معلومولای شو.

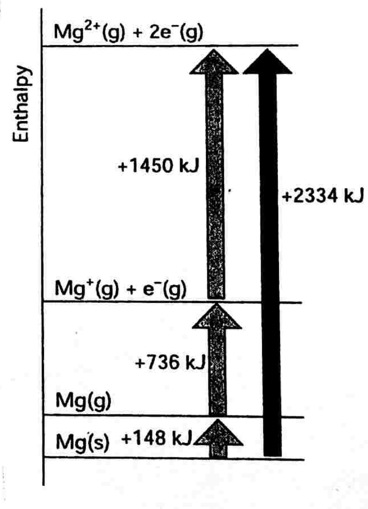
سوال : د تودوخي په $25\dot{c}$کي د مګنيزيم د سوبلميشن انتالپي $\Delta H = 148\ kj\ mol^{-1}$ ده يو ګرام جامد مګنيزيم ته بايد څومره تودوخه ورکړل شي تر څو هغه د ګازپه حالت په مثبتو ايونو اود الکترونو په ګاز بدل شي

$$Mg\ (s) \longrightarrow Mg^{+2}(g) + 2e^{-}(g) \qquad \Delta H\ x$$

حل: جامد مګنيزيم په لاندي مرحلو په $Mg^{+2}(g)$ ايونو اود الکترونوپه ګاز بد ليږي.

سوبلميشن	$Mg(s) \longrightarrow Mg(g)$	$\Delta H = +148\ kj\ mol^{-1}$	
لمړي ايو نايزيشن	$Mg(g) \longrightarrow Mg^{+1}(g) + 1e^{-}$	$\Delta H = +736\ kj\ mol^{-1}$	
دويم ايونايزيشن	$Mg^{+1}(g) \longrightarrow Mg^{+2}(g) + 1e^{-}$	$\Delta H = +1450\ kj\ mol^{-1}$	
ټول تعامل	$Mg(s) \longrightarrow Mg^{+2}(g) + 2e^{-}$	$\Delta H = +2334\ kj\ mol^{-1}$	

پورتني مر حلي دانر ژي په دياګرام کي په لاندي ډول ښودل شوي دي



(11 - 11) شکل :د مګنيزيم دسوبلميشن او ايونايزيشن انرژيکي دياګرام

$$\Delta H x = 148\ kj + 736\ kj + 1450\ kj = 2334\ kj\ mol^{-1} = \frac{2334\ kj}{24\ g} = 97,2\ kj\ g^{-1}$$

دکیمیاوي تعامل دتودوخي داثر اودتودوخي ددرجي ارتباط-دکرچ هوف معادله ؛

مخکې مو ولیدل چې د کیمیاوي تعامل د تودوخې اثر (Q_v او Q_p) د تودوخې د درجې سره داسې اړیکې لري:

$$Q_p = C_p\ \Delta T \qquad Q_v = C_v\ \Delta T$$

اوس د لاندنې کیمیاوي تعامل جریان په ستندرد شرایطو کې په پام کې نیسو :

$$aA + bB = rR + dD$$

که په تعامل کې د شاملو موادو مولي انتالپي په H_j او د کیمیاوي تعامل له کبله د دغه سیستم د انتالپي تغیر په ΔH وښودل شي، نو لیکو چې:

$$\Delta H = \left(\sum_{II} H_j \right) - \left(\sum_{I} H_j \right)$$

$$\Delta H = \{ r H(R) + d H(D) \} - \{ a H(A) + b H(B) \}$$

$$\frac{d \Delta H}{dT} = \left\{ r \left(\frac{dH(R)}{dT} \right) + d \left(\frac{dH(D)}{dT} \right) \right\} - \left\{ a \left(\frac{dH(A)}{dT} \right) + b \left(\frac{dH(B)}{dT} \right) \right\}$$

$$C_p = (dH / dT)$$

$$d \Delta H / dT = \{ r C_p(R) + d C_p(D) \} - \{ a C_p(A) + b C_p(B) \}$$

$$d \Delta H / dT = \Delta C_p \quad , \quad d \Delta H = \Delta C_p . dT \qquad (11-21)$$

په (11 - 21) معادله کې ΔCp د تعامل څخه د حاصل شویو او په تعامل کې د داخل شویو موادو د تودوخې د ظرفیتونو فرق دی. که ΔCp ثابت فرض شي نو د (11 -21) معادلې د غیر معین انتګرال د حل څخه لرو چې:

$$\Delta H_T = \Delta H_j + \Delta C_p T \quad .... \quad (11-21')$$

په (11 -21') معادله کې ΔH_j انتګرالي ثابت دی. د دې ثابت عددي قیمت د (ΔH_{298}) دلارې داسې لاس ته راځي:

مثلاً لاندې کیمیاوي تعامل په پام کې نیسو:

$$2CH_4 = C_2H_2 + 2H_2$$

که د دې تعامل د تودوخې اثر په ستندرد شرایطو کې $\Delta H^{\circ}_{298} = 48,3 \ cal \ g^{-1}$ او د دغه سیستم $\Delta Cp = 6,47 \ cal \ g^{-1} k^{-1}$ وي نو د (11 -21') معادلې څخه لیکو:

$$\Delta H_j = 48,3 \ cal \ g^{-1} - 6,47 \ cal \ g^{-1} K^{-1} . 298 \ K = 46,37 \ cal \ g^{-1}$$

په دې ډول د هر کیمیاوي تعامل د انتګرالي ثابت قیمت معلوموي

که (11 - 21) معادلې انتګرال د تودوخې د T_1 او T_2 درجو په واټن کې ونیسو نو لیکو چې:

$$\int_{T_1}^{T_2} d \Delta H = \int_{T_1}^{T_2} \Delta Cp . dT$$

$$\Delta H_{T_2} - \Delta H_{T_1} = \int_{T_1}^{T_2} \Delta Cp . dT$$

$$\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} \Delta Cp . dT \quad .... \quad (11-22)$$

(11 -22) معدله د کرچ هوف د معادلې په نامه یادیږي. دلته ΔH_{T_1} د تودوخې په T_1 درجه کې د تعامل حرارتي اثر او ΔH_{T_2} د تودوخې په T_2 درجه کې د همدغه تعامل حرارتي اثر او ΔCp د تعامل څخه د حاصل شویو موادو د تودوخې د ظرفیتونو د مجموعې منفي په تعامل کې د داخل شویو موادو د تودوخې د ظرفیتونو د مجموعې څخه عبارت دی. که د T_1 او T_2 تر منځ د تودوخې واټن لنډ او په دې لنډ واټن کې ΔCp ثابت فرض شي نو د T_1 او T_2 تر منځ که د (11 -21) معادلې معین انتګرال ونیسو نو لیکو چې:

$$\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \Delta Cp (T_2 - T_1) \quad .... \quad (11-23)$$

ولې مخکې مو وویل چې د کیمیاوي موادو د تودوخې حقیقي ظرفیت د تودوخې د درجې تابع دی. دلته کوشش کیږي په تعامل کې د شاملو ټولو موادو د $Cp = f(T)$ ارتباط یو شکل ولري (البته د (a , b , ...).ضریبونه مختلف قیمتونه لرلای شي) نو په دې صورت کې د T او ΔCp ارتباط داسې افاده کیږي.

$$\Delta Cp = \Delta a + \Delta bT + \Delta cT^2 \quad .... (11-24)$$

مثلاً لاندې کیمیاوي تعامل په پام کې نیسو:

$$2A + B = 3D + G$$

که په دې تعامل کې د شاملو موادو د تودوخې حقیقي ظرفیتونه د T سره داسې ارتباط ولري:

$$Cp(A) = 2 + 5T + 0,8T^2$$

$$Cp(B) = 3 + 1,6 + 0,2T^2$$

$$Cp(D) = 5 + 1,7T + 0,8T^2$$

$$Cp(G) = 4 + 0,5T + 0,1T^2$$

نو د ΔCp قیمت په لاندې ډول حسابیږي:

$$\Delta Cp = [3Cp(D) + Cp(G)] - [(2Cp(A) + Cp(B)]$$

$$\Delta Cp = [3(5 + 1,7T + 0,8T^2) + (4 + 0,5T + 0,1T^2)] -$$

$$-[2(2 + 5T + 0,8T^2) + (3 + 1,6T + 0,2T^2)]$$

$$\Delta Cp = [(15 + 5,1T + 2,4T^2) + (4 + 0,5T + 0,1T^2)] -$$

$$-[(4 + 10T + 1,6T^2) + (3 + 1,6T + 0,2T^2)]$$

$$\Delta a = (15+4) - (4+3) = 19-7 = 12$$

$$\Delta b = (5,1 + 0,5) - (10 + 1,6) = 5,6 - 11,6 = -6,0$$

$$\Delta c = (2,4 + 0,1) - (1,6 + 0,2) = 2,5 - 1,8 = 0,7$$

اوس (24- 11) افاده په پام کې نیسو او لیکو چې:

$$\Delta Cp = \Delta a + \Delta bT + \Delta cT^2$$

$$\Delta Cp = 12 + (-6)T + 0,7T^2$$

که د ΔCp قیمت د (24 - 11) افادې څخه په (21 - 11) افاده کې کېښودل شي نو د کرچ هوف دمعادلې بل شکل په لاندې ډول لاس ته راځي:

$$\Delta H_T = \Delta H_j + \Delta a T + 1/2 \Delta b T^2 + 1/3 \Delta c T \ldots (11-25)$$

د کیمیاوي تعاملاتو انتالپي اکثراً د (25 - 11) افادې پر اساس محاسبه کیږي.
د تبخیر د جریان حرارتي اثر هم د کرچ هوف د معادلې په شان د ریاضي افادې پر اساس محاسبه کیږي:

$$\lambda_2 = \lambda_1 + \int_{T_1}^{T_2} [Cp(g) - Cp(l)] \cdot dT \quad \ldots\ldots (11-26)$$

په (38 - 11) افاده کې($\lambda = \Delta vap H$) د کیمیاوي مادې د بخار کیدو تودوخه $Cp(g)$ او $Cp(L)$ د هغې مادې د ګاز او دمایع د حالت د تودوخې ظرفیتونه ښيئ

د کیمیاوي اړیکو انرژي:

دوه اتومه مالیکول چې په هغې کې د دوه اتومو تر منځ یوه کیمیاوي اړیکه موجوده ده په پام کې نیسو. هغه اندازه انرژي چې په دې مالیکول کې داتومو تر منځ کیمیاوي اړیکه وشلوي او دواړه اتومونه یو له بل څخه جدا شي د د غې کیمیاوي اړیکې د حقیقي انرژي په نامه یادیږي. د کیمیاوي اړیکې انرژي عملاً د یو مول کیمیاوي اړیکو دپاره تعینیږي که په یو مالیکول کې څو کیمیاوي اړیکې وي نو دلته د هرې کیمیاوي اړیکې انرژي د سپکتروسکوپي په میتودونو معلومیږي.

د کیمیاوي اړیکې عملي رابطه ئي انرژی :

فرضاً په یو مالیکول کی د n په شمیر کیمیاوي اړیکې وي. که په دغه مالیکول کې ټولې کیمیاوي اړیکې وشلیږي. او د مالیکول ټول اتومونه یو له بل څخه جلا شي او د دې کار لپاره د Q په اندازه انرژي ولګیږي.
د Q د انرژۍ هغه برخه چې د یوې کیمیاوي اړیکې د شلولو دپاره ضرور ده د هغې اړیکې دعملي رابطه ئي انرژي په نامه یادیږي.
دیوې مادې په یو مالیکول کې د ټولو کیمیاوي اړیکو د عملي رابطه ئي انرژیو مجموعه د ګاز په حالت د آزادو اتومو څخه د هغې مادې دمالیکول د جوړیدو د تودوخې سره مساوي کیږي. که د یوې مادې د مالیکول د ګاز په حالت د آزادو اتومو څخه د جوړیدو تودوخه را معلومه وي نو د هس د قانون په اساس کولای شو چې د هغې مادې په مالیکول کې د هرې کیمیاوي اړیکې عملي رابطه ئي انرژي حساب کړو.
مثال: د (C - H) او (C - C) کیمیاوي اړیکو عملي رابطه ئي انرژي حساب کړئ:
حل: لومړی د ګاز په حال د آزادو اتومو څخه د میتان او ایتان د جوړیدو تودوخه حسابوو.

$$1-\quad C_{graf} + 2H_2 = CH_4 \qquad \Delta H_{I} = -15,99\ Kcal\ mol^{-1}$$

$$2-\quad 2C_{graf} + 3H_2 = C_2H_6 \qquad \Delta H_{II} = -16,52\ Kcal\ mol^{-1}$$

$$3-\quad C_{graf} = C_{(g)} \qquad \Delta H_{III} = 172,7\ Kcal\ mol^{-1}$$

$$4-\quad H_2 = 2H \qquad \Delta H_{IV} = 103,05\ Kcal\ mol^{-1}$$

اوس که (3), (4)معادلې د (1) معادلې څخه تفریق کړو نو د آزادو اتومو څخه د میتان د جوړیدو تودوخه لاس ته راځي:

$$C_{graf} + 2H_2 = CH_4 \qquad \Delta H_{I}$$

$$-C_{graf} = -C_{(g)} \qquad -\Delta H_{III}$$

$$-2H_2 = -4H \qquad -2\Delta H_{IV}$$

....

$$0 = CH_4 - C_{(g)} - 4H \qquad \Delta H_{I} - (\Delta H_{III} + \Delta H_{IV}) = \Delta H_{V}$$

$$C_{(g)} + 4H_{(g)} = CH_4 \qquad \Delta H_{I} - (\Delta H_{III} + \Delta H_{IV}) =$$

$$= 394,8\ Kcal$$

همدا شان که د (2) معادلې څخه (3) او (4) معادلې تفریق کړو نو د آزادو اتومو څخه د ایتان د جوړیدو تودوخه په لاندې ډول لاس ته راځي

$$2C_{graf} + 3H_2 = C_2H_6 \quad \Delta H_{II}$$

$$-2C_{graf} = -2C(g) \quad -2\Delta H_{III}$$

$$-3H = 6H \quad -3\Delta H_{IV}$$

....

$$0 = C_2H_6 - 2C(g) - 6H \quad \Delta H_{II} - (2\Delta H_{III} +$$

$$+ 3\Delta H_{IV}) = \Delta H_{VI}$$

$$2C(g) + 6H(g) = C_2H_6 \quad -16,52\,kcal\,mol^{-1} -$$

$$-(2 \cdot 172,7\,kcal \cdot mol^{-1} + 3 \cdot 103,5\,Kcal\,mol^{-1}) = \Delta H_{VI}$$

$$\Delta H_{VI} = 671,1\,Kcal\,mol^{-1}$$

مخکې مو وویل چې د گاز په حالت د آزادو اتو مو څخه د یوې مادې د یو مالیکول د جوړیدو تودوخه په هغه مالیکول کې د ټولو کیمیاوي اړیکو د عملي رابطه ئي انرژي د مجموعې سره مساوي کیږي پس لیکو چې:

$$4E_{C-H} = 394,8\,Kcal\,, \quad E_{C-H} = 394,8/4 = 98,7\,Kcal\,mol^{-1}$$

$$6E_{C-H} + E_{C-C} = 671,1\,Kcal\,,$$

$$E_{C-C} = 6711\,kcal - 6 \cdot 98,7 = 78,9\,Kcal\,mol^{-1}$$

د ترمو کیمیا حل شوي سوالونه:

1 : دلاندې کیمیاوي تعامل حرارتي اثر حساب کړي

$$CaC_2 + 2H_2O \;.......\!\!\rightarrow\; Ca(OH)_2 + C_2H_2 \quad \Delta H_x$$

په دغه تعامل کې دشاملو موادو د جوړیدو تودو خې په لاندې ډول دي

$\Delta H_{(C_2H_2)} = 5419\ Cal\ mol^{-1}$

$\Delta H_{(H_2O)} = -68317\ Cal\ mol^{-1}$

$\Delta H_{(CaC_2)} = -1500\ Cal\ mol^{-1}$

$\Delta H_{Ca(OH)_2} = -23800\ Cal\ mol^{-1}$

حل:

د هس د قانون په اساس ليکو :

$$\Delta H_x = (\Delta H_{Ca(OH)_2} + \Delta H_{(C_2H_2)}) - (\Delta H_{(CaC_2)} + 2\Delta H_{(H_2O)})$$

$$\Delta H_x = (-235800\ Cal + 5419\ Cal) - (-1500\ Cal + (-2 . 68317))$$

$$\Delta H_x = 92247\ Cal$$

2 : د 130 گرامه استلين دسوزيدو څخه څومره تودوخه لاسته راځي داستلين دسوزيدو په تعامل کي د شاملو موادو د جوړيدو تودوخي په لاندي ډول دي

$\Delta H_{C_2H_2(g)} = 54290\ Cal\ mol^{-1}$

$\Delta H_{H_2O(L)} = -68317\ Cal\ mol^{-1}$

$\Delta H_{CO_2(g)} = -940 52\ Cal\ mol^{-1}$

حل:

داستلين د سوزيدو تعامل په لاندي ډول دي :

$$C_2H_2 + 5/2\,O_2 \ldots\ldots\rightarrow 2CO_2 + H_2O \quad \Delta H_x$$

$$n_{(C_2H_2)} = 130/26 = 5\ mol$$

$$\Delta H_x = (2\Delta H_{CO_2(g)} + \Delta H_{H_2O(L)}) - (\Delta H_{C_2H_2,g} + 5/2\Delta H_{O_2(g)})$$

$$\Delta H_x = [2 . (-94052\ Cal\ mol^{-1}) + (-68317\ Cal\ mol^{-1})] - [54290\ Cal\ mol^{-1} + 0]$$

$$\Delta H_x = [(188104\ Cal\ mol^{-1} - 68317\ Cal\ mol^{-1}) - (54290\ Cal\ mol^{-1})]$$

$$\Delta H_x = -320711\ Cal\ mol^{-1} / C_2H_2$$

$$\Delta H_x = 5 . (-320\,711\ Cal\ mol^{-1}) = -1603 , 555\ Kcal$$

3 : د جست داتم اود قلعي دايون (Sn^{+2}) تر منځ دتعامل حرارتي اثر پيدا کړي د جست دايون اود قلعي دايون دجوړيدو تودوخي په لاندي ډول دي

$$\Delta H(Zn^{+2})_{aq} = -36,3\ K\,Cal\,mol^{-1}$$

$$\Delta H(Sn^{+2})_{aq} = -2,4\ K\,Cal\,mol^{-1}$$

حل :

دجست فلز اود قلعي ايون په لاندي ډول تعامل کوي :

$$Zn^{0} + Sn^{+2} \longrightarrow Zn^{+2} + Sn^{0} \qquad \Delta Hx$$

د هس دقانون په اساس ليکو :

$$\Delta Hx = [\Delta H(Zn^{+2}.aq) + \Delta H Sn^{0}(s)] - [\Delta H(Sn^{+2}.aq) + \Delta H Zn^{0}(s)]$$

$$\Delta Hx = [-36,3\ K\,Cal\,mol^{-1} + 0] - [-2,4\ K\,Cal\,mol^{-1} + 0]$$

$$\Delta Hx = -33,9\ K\,Cal\,mol^{-1}$$

4 : د لاندي تعاملاتو په مرسته دامونياک دجوړيدو تودوخه پيدا کړي

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O \qquad \Delta H = -1366\ 34\ Cal \qquad (1)$$

$$4NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 6H_2O + 2N_2 \qquad \Delta H = -36\ 574\ Cal \qquad (11)$$

حل:

$$1/2\ N_2 + 3/2\ H_2 \longrightarrow NH_3 \qquad \Delta Hx$$

اوس که (1) معادله په 3 کي ضرب او له هغي نه (11) معادله تفريق کړو O_2 او H_2O چي د امونياک د جوړيدو په معادله کي شامل نه دي اختصار شي نو ليکو :

$$6H_2 + 3O_2 = 6H_2O \qquad \Delta H = -6\ .68\ 317\ Cal$$

$$-4NH_3 - 3O_2 = -6H_2O - 2N_2 \qquad \Delta H = -(-3657\ 42\ Cal)$$

....

$$6H_2 + 2N_2 = 4NH_3 \qquad \Delta H = -44\ 160\ Cal$$

$\Delta H_x = -44160 / 4 = -11040 \text{ Cal mol}^{-1}$

5 : دساده موادو څخه د متان دجوړیدو معادله په لاندي ډول ده :

$$2H_2 + C = CH_4 \quad \Delta H_x$$

په پورتني تعامل کي د شاملو موادو د سوزیدو تودوخي په لاندي ډول دي :

$$\Delta H_{(CH_4)} = -212797 \text{ Cal mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{(H_2)} = -68317 \text{ Cal mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{(C)} = -94052 \text{ Cal mol}^{-1}$$

ددغه معلوماتو له مخي د متان دجوړیدو تودوخه پیدا کړي

حل :

د هس دقانون له مخي لیکو :

$$\Delta H_x = [\,(2 \cdot \Delta H_{H_2(g)} + \Delta H_{C(S)})\,] - [\,(\Delta H_{CH_4(g)})\,]$$

$$\Delta H_x = [\,2\,(-68317 \text{ Cal mol}^{-1}) + (-94052 \text{ Cal mol}^{-1})\,]$$

$$-[\,(-2\,12797 \text{ Cal mol}^{-1})\,] = -17889 \text{ Cal mol}^{-1}$$

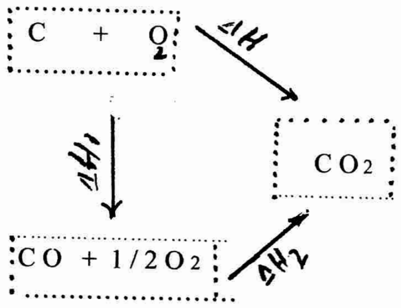
6 : د ثابت فشار اودتودوخي په ثا بته درجه ($17\,^\circ c$) کي اوهم په ثابت حجم اودتودوخي په ثابته درجه ($17\,^\circ c$) کي د کاربن مونواکساید د جوړیدو تودوخي (Q_p , Q_v) پیداکړي د ثابت فشار اودتودوخي په ثابته درجه ($17\,^\circ c$) کي د کاربن او کاربن مونواکساید د مکمل سوزیدو تودوخي(ΔH , ΔH_2) په لاندي ډول ورکړل شویدي

$$\Delta H = -94,27 \text{ K Cal mol}^{-1}$$

$$\Delta H_2 = -68,07 \text{ K Cal mol}^{-1}$$

حل :

د کاربن څخه کاربندای اکساید په دوو لارو کیدای شي لاس ته راشي چي په لاندي ډول ښودل کیږي



د هس دقانون په اساس ليکو :

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

$$\Delta H_1 = \Delta H - \Delta H_2$$

$$\Delta H_1 = (-94{,}27\ K\ Cal\ mol^{-1}) - (-68{,}07\ K\ Cal\ mol^{-1})$$

$$Qp = \Delta H_1 = -26{,}2\ K\ Cal\ mol^{-1}$$

$$Qp = Qv + \Delta nRT$$

$$Qv = Qp - \Delta nRT$$

$$C_{(S)} + 1/2\ O_{2(g)} \longrightarrow CO_{(g)} \qquad \Delta H_1 = Qp = 26{,}2\ K\ Cal\ mol^{-1}$$

$$\Delta n_{(g)} = 1 - 1/2 = 1/2$$

$$Qv = 26200\ Cal\ mol^{-1} - 0{,}5\ mol\ 1{,}987\ Ca\ l\ k^{-1}\ mol^{-1}\ .\ 290\ k$$

$$Qv = 25{,}9\ K\ Cal\ mol^{-1}$$

7 : د لاندي کيمياوي تعامل حرارتي اثر پيدا کړي

$$C_2H_4 + H_2O \longrightarrow C_2H_5OH \qquad \Delta H_x$$

په تعامل کي دشاملو موادو په ماليکولو کي د اتومو تر منځ د کيمياوي اړيکو انرژي په لاندي ډول ورکړل شوي دي :

$$E_{C-H} = 85{,}8\ K\ Cal\ mol^{-1}$$

$$E_{O-H} = 110\ K\ Cal\ mol^{-1}$$

$E_{C=C} = 101,2\ K\ Cal\ mol^{-1}$

$E_{C-O} = 75\ K\ Cal\ mol^{-1}$

$E_{C-C} = 62,8\ k\ cal\ mol^{-1}$

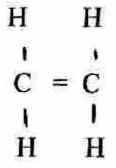
حل:

د هس د قانون په اساس ليکو :

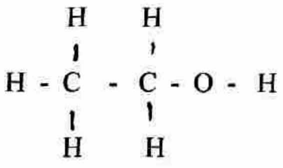
$$\Delta H_x = \Sigma(E_i)_I - \Sigma(E_i)_{II}$$

په اخري افاده کي $(E_i)_I$ په تعامل کي دداخل شويو موادو په ماليکولو کي د اتومو تر منځ د کيمياوي اړيکو انرژي, $(E_i)_{II}$ دتعامل څخه د حاصل شويو موادو په ماليکولو کي د اتومو تر منځ د کيمياوي اړيکو انر ژي ښيي . په پورتني تعامل کي د شاملو موادو په ماليکولو کي کيمياوي اړيکي لاندي ښودل شوي دي :

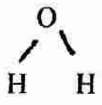
C_2H_4 ....



C_2H_5OH ....



H_2O ....



$$\Delta H_x = (4E_{C-H} + E_{C=C} + 2E_{O-H}) - (5E_{C-H} + E_{C-C} + E_{C-O} + E_{O-H})$$

$$\Delta H_x = (4 \cdot 85,6\ K\ Cal\ mol^{-1} + 101,2\ Kcal\ mol^{-1} + 2 \cdot 110\ K\ Cal\ mol^{-1}) -$$
$$(5 \cdot 85,6\ K\ Cal\ mol^{-1} + 62,8\ Kcal\ mol^{-1} + 75\ K\ Cal\ mol^{-1} + 110\ K\ Cal\ mol^{-1})$$

$$\Delta H_x = -12\ K\ Cal\ mol^{-1}$$

8 : لاندي كيمياوي تعامل په ستندرد شرايطو كي اجرا كيږي

$$CuS + O_2 \longrightarrow Cu + SO_2$$

a- دپورتني تعامل حرارتي اثر په ستندرد شرايطو كي پيدا كړي د CuS او SO_2 د جوړيدو ستندرد حرارتونه په ترتيب سره ΔH_1 او ΔH_2 لاندي وركړل شوي دي

$$\Delta H_1 = -11\,600\ Cal$$

$$\Delta H_2 = -70960\ Cal$$

b-د پورتني تعامل حرارتي اثر په ($P = 1\ atm$, $t = 727\ ^\circ c$) شرايطو كي حساب كړي په دعه تعامل كي دشاملو موادو حرارتي ظرفيتونه په لاندي ډول دي :

$$Cp(O_2) = 6{,}502 + 1{,}738 \cdot 10^{-3}\ T$$

$$Cp(CuS) = 10{,}6 + 2{,}64 \cdot 10^{-3}\ T$$

$$Cp(SO_2) = 11{,}4 + 1{,}714 \cdot 10^{-3}\ T$$

$$Cp(Cu) = 5{,}43 + 1{,}41 \cdot 10^{-3}\ T$$

حل :

-a- په ستندرد شرايطو كي د پورتني تعامل حرارتي اثر مساوي كيږي :

$$\Delta Hx = (\Delta H_{SO_2(g)} + \Delta H_{Cu(S)}) - (\Delta H_{CuS(S)} + \Delta H_{O_2(g)})$$

$$\Delta Hx = \Delta H_{298} = (-70960\ Cal + 0) - (-11600\ Cal + 0) =$$

$$= -59\,36\,0\ Cal$$

b - دتودوخي په $727\ ^\circ c$ كي د دغه تعامل حرارتي اثر دكرچ هوف دمعادلي په اساس مساوي كيږي ;

$$\Delta H_2 = \Delta H_{298} + \int_{T_1}^{T_2} \Delta Cp\, dT$$

$$\Delta Cp = [Cp(SO_2) + Cp(Cu)] - [Cp(CuS) + Cp(O_2)]$$

$$\Delta Cp = [5{,}43 + 1{,}41 \cdot 10^{-3}\ T + 11{,}4 + 1{,}714 \cdot 10^{-3}\ T] -$$

$$- [6{,}502 + 1{,}138 \cdot 10^{-3}\ T + 10{,}6 + 2{,}64 \cdot 10^{-3}\ T] =$$

$$= -0{,}272 - 1{,}194 \cdot 10^{-3}\ T$$

$$T_1 = 25 + 273 = 298\ K$$

$$T_2 = 727 + 273 = 1000\ K$$

$$\Delta H_{T2} = -59360\ Cal + \int_{298}^{1000} (-0{,}272 - 1{,}94 \cdot 10^{-3}\ T)\ dT$$

$$\Delta H_{1000} = -59360\ Cal - 0{,}272 \int_{298}^{1000} dT - 1{,}194 \cdot 10^{-3} \int_{298}^{1000} T\ dT$$

$$\Delta H_{1000} = -59360\ Cal - 0{,}272\ (1000 - 298) - (1{,}194 \cdot 10^{-3} / 2)[(1000)^2 - (298)^2]$$

$$\Delta H_{1000} = 60097{,}376\ Cal$$

9 : دتودوخي په $25^{\circ}C$ کي دبوتان دجوړيدو د انتالپي ستندرد قيمت ددغه مرکب دسوزيدو د انتالپي دستندرد قيمت له مخي پيدا کړي

حل :

دبوتان دسوزيدو تعامل لاندي ورکړل شوي دي .

$$C_4H_{10(g)} + (13/2)O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 5H_2O_{(L)} \qquad \Delta H_C = -2878\ kj\ mol^{-1}$$

$$\Delta H_{C(C_4H_{10})} = [(4\ mol \cdot \Delta_f H_{CO_2,(g)} + 5\ mol \cdot \Delta_f H_{H_2O(L)}] - [(1\ mol \cdot \Delta_f H_{C_4H_{10}(g)}]$$

د جدول له مخي د کاربنداي اکسايد او اوبو دجوړيدو تودوخي په پام کي نيسو او ليکو :

$$\Delta_f H_{C_4H_{10}(g)} = [(4\ mol \cdot \Delta_f H_{CO_2(g)} + 5\ mol \cdot \Delta_f H_{H_2O(L)}] - [\Delta_c H_{C_4H_{10}(g)}]$$

$$\Delta_f H_{C_4H_{10}(g)} = 4 \cdot (-393{,}51\ kj\ mol^{-1} + 5 \cdot (-285{,}83\ kj\ mol^{-1}) - (1)(-2878\ kj\ mol^{-1})$$

$$= -125\ kj\ mol^{-1}$$

10 : د ايتايل بنزين دجوړيدو د انتالپي ستندرد قيمت $12{,}5\ kj\ mol^{-1}$ دي د ايتايل بنزين دسوزيدو د انتالپي ستندرد قيمت پيدا کړي

حل :

دايتايل بنزين دسوزيدو تعامل لاندي ورکړل شوي دي :

$$C_6H_6C_2H_5(L) + 21/2\ O_2(g) \longrightarrow 8CO_2 + 5H_2O(L) \qquad \Delta H_C$$

$$\Delta H_C = (8 . \Delta f H_{CO_2(g)} + 5\Delta f H_{H_2O(L)}) - (\Delta f H_{C_6H_6C_2H_5(L)})$$

$$\Delta f H_C = 8 . (-393,51) + 5(-285,83) - (-12,5) = -4564,7\ kj\ mol^{-1}$$

3 - 11 - د ترمو دینامیک دویم قانون

مخکې مو ولوستل چې د ترمودینامیک لومړی قانون د انرژۍ د بقا د قانون یو خاص شکل دی. د ترمودینامیک په لومړي قانون کې د سیستم او د هغه د چاپیریال تر منځ د کار او تودوخې په شکل د انرژۍ راکړه ورکړه څېړل کیږي. خو دلته د کار یا تودوخې د راکړې ورکړې د لوري (جهت) امکان او حد په هکله څه نه ویل کیږي. د یو ترمو دینامیکي جریان امکان ، حد او لوري دترمودینامیک په دویم قانون کې څېړل کیږي.

ترمودینامیکي جریانات په دوه ګروپو ویشو:

۱ – په خپل سري جریان: دا ډول جریانات په سیستم کې د خارجي کار پرته په خپله اجرا کیږي او په دا ډول جریاناتو کې سیستم کله کار هم اجرا کوي.

د عطرو مالیکولونه په خپل سر د کوټې په هوا کې ورګډیږي، د ګرم منقل څخه تودوخه په خپل سر کوټې ته ورخپریږي، که برقي منقل او بطرۍ د برق په یو تړلي سیستم کې یو بل سره وتړل شي دلته د بطرۍ داخلي انرژي په خپل سر په تودوخه اوړي. دغه ټول د خپل سري جریانو مثالونه دي. په ټولو خپل سره جریانو کې سیستم د تعادل خوا ته ورنژدې کیږي.

۲ – نا په خپل سري جریانات: د هوا څخه د عطرو د مالیکولونو بیرته راټولول، د کوټې څخه د تودوخې راټولول او په هغې د منقل بیا ګرمول ، د کوټې تودوخه بیرته د بطرۍ په داخلي انرژۍ اړول دا ټول جریانونه په خپل سر نه اجرا کیږي او د هغوئ د اجرا کولو دپاره د خارج څخه کار ته ضرورت دی.

د ترمو دینامیک د دویم قانون په مرسته کولای شو وپوهیږو چې یو ترمودینامیکي جریان د کومو شرایطو لاندې تر کومه حده په خپل سر اجرا کیږي او د هغې په نتیجه کې څه اندازه کار لاس ته راځي. د ترمودینامیکي جریان لوری، حد او امکان په دوه طریقو مشخص کیدای شي.

اول: د انتنسیف یا مساوي کیدونکي خواصو له مخې دا میتود یوازې په غیر متجانس سیستمونو کې په کار راځي. فشار، د تودوخې درجه او برقي پوتانسیل او نور دمساوي کیدونکو خواصو له جملې څخه دي. که د دې خواصو قیمت د یو سیستم په مختلفو برخو کې فرق ولري نو د زمانې په تیریدو سره دا خواص په ټول سیستم کې یو شی او مساوي کیږي. مثلاً د ګاز دوه بالونونه (1) او (2) په پام کې نیسو. که په (1) بالون کې د ګاز فشار P_1 او په (2) بالون کې د ګاز فشار P_2 ($P_2 > P_1$) وي او بیا دغه دواړه بالونونه د یو نل په واسطه یو بل ته لار پیدا کړي نو دلته ګاز د (2) بالون څخه (1) بالون ته په خپله تر

هغه پورې جريان كوي تر څو د گاز فشار به دواړو بالونو كې مساوي شي. كه گرم منقل او د پاسه ئې د سړو اوبو چاى جوش په پام كې ونيسو نو دلته تودوخه په خپله د منقل څخه داوبو چاينك ته ځي او د ا جريان تر هغه دوام كوي تر څو د منقل او د چاينك د تودوخې درجه مساوي شي. همدا ډول د لوړ پتانسيل څخه ټيټ پتانسيل ته د برق جريان په خپله صورت مومي او كله چې د بطرۍ د دواړو الكترود پوتانسيل فرق صفر شي د برق جريان قطع كيږي. كه پورتني مثالونه په پام ونيول شي نو داسې سوال رامنځ ته كيږي چې ايا د سيستم د عمومي انرژۍ مقدار د په خپل سري جريان لورى تعينوي؟

نه دا خبره هميشه دغسې نه ده، مثلاً موږ يو گوښه شوى (ايزوليتد) سيستم په پام كې نيسو. كه ووايو چې دا سيستم د لوړ انرژيكې حالت څخه ټيټ انرژيكې حالت ته په خپله ځي نو دا خبره د ترمو ديناميک د لمړي قانون سره تناقض لري. ځكه په گوښه شوي سيستم كې د انرژۍ عمومي مقدار ثابت دى او هغه نه زيات او نه كميږي همدا ډول عادي سيستم مثلاً دوه فلزي ميلي چې يوه ئې گرمه او بله ئې سړه ده په پام كې نيسو. كه دغه دواړه ميلې يو د بل سره تماس وكړي نو تودوخه د گرمې ميلې څخه په خپله سړې ميلې ته ځي. دلته گرمه ميله يو څه سړه (انرژي ئې كمه) او سړه ميله يو څه گرميږي(انرژي ئې زياتيږي). وينو چې كه گرمه ميله په خپله سړه شوې(انرژي ئې كمه شوې) نو سړه ميله هم په خپله يو څه گرمه شوې ده (انرژي ئې زياته شوې ده. پس گورو چې د انرژي كميدل يا زياتيدل د په خپل سري جريان اساسي مشخصه نه ده.

پس ايا د انرژي په ويش(تيت كيدو) كې د بې نظمۍ اندازه د په خپل سري جريان لورى تعينوي؟

هو! دا خبره يو څه حقيقت ته ورته ده ځكه چې د په خپل سره جريانو سره د انرژۍ او مادې بې نظمه تيت كيدل (د سيستم د انتروپي زياتيدل) مل وي

دويم – د كركتري توابعو په واسطه د يو جريان امكان ، لوري او حد تعينول:

كركتري توابع د سيستم خاصيت او د سيستم د حالت تابع دى. هر هغه كميت(مثلاً د سيستم داخلي U) چې د سيستم خاصيت او د سيستم د حالت تابع وي لاندې مشخصات لري.

الف – كه سيستم د يو ترموديناميكي جريان په نتيجه كې د (1) حالت څخه د (2) حالت ته تغير وكړي دلته د U د كميت تغير ($\Delta U = U_2 - U_1$) يو ثابت او معين قيمت لري او په دې پورې اړه نلري چې سيستم د كومې لارې د (1) حالت څخه (2) حالت ته اوښتى دى.

ب – كه .په (1)حالت كى د U قيمت U_1 او په (2) حالت كې د U قيمت U_2 وي كله چې سيستم پر يو ترمو ديناميكي سيكل يعنې پر تړلې لار د (1) حالت څخه (2) حالت ته لاړ شي د هغه داخلي انرژي د U_1 څخه U_2 ته تغير كوي خو كله چې سيستم بيرته د (1) حالت ته راشي نو د هغه د داخلي انرژۍ قيمت بيرته U_1 كيږي. يعنې په يو ترموديناميكي سيكل كى د U د تغيراتو مجموعه صفر وى پس ليكو .

$$\oint dU = 0 \quad .... \quad (11 - 27)$$

د ترمو ديناميک په لومړي قانون كې مو وليدل چې د سيستم داخلي انرژي او هم د سيستم انتالپي د سيستم خواص او د سيستم د حالت تابع دى. دغه دواړه كميتونه د كركتري توابعو په جمله كې راځي خو د دغه كميتو تغير د په خپل سري جريان د لورى د تعين دپاره دومره زيات په كار نه راځي. د په خپل سري جريان د لورې د تعين دپاره لاندې كركتري توابع زيات استعمال لري.

انتروپي $S = f(U, V)$

د گیپس انرژي $G = f(P, T)$

د هلمهولتز انرژي $F = f(V, T)$

پورتنی توابع هره یوه د خپلو مستقلو متحولینو د ثبات په صورت کې د یو ترمودینامیکي جریان امکان، لوری او حد تعینولای شي.

انتروپي (S) :

د ترمودینامیکي سیستم زیات شمیر مشخصات د انتروپي سره نغښتي دي. مثلاً انتروپي د سیستم د داخلي نظم سره ارتباط لري. هر څومره چې د سیستم په منځ کې ذرات نامنظم او ډیر ګډوډ وي په همغه اندول د هغه سیستم د انتروپي قیمت زیات وي. انتروپي د کیمیاوي موادو د کرستلي جالی د شکل سره هم اړ ه لري. مثلاً د ګرافیت د انتروپي قیمت د الماس د انتروپي د قیمت څخه زیات دی. انتروپي د کیمیاوي موادو اګریګاتي حالت سره هم ارتبا ط لري مثلاً د عین کیمیاوي مادې د انتروپي قیمت د ګاز په حالت کې د مایع د حالت په پرتله او د مایع په حالت کې د جامد حالت په پرتله زیات وي. همدا شان د مالیکولي کتلې په زیاتیدو سره د سیستم د انتروپي قیمت هم زیاتیږي. د کرکتري تابع په حیث انتروپي د ترمودینامیکي جریان د کرکتر(امکان، لوری او حد) د تعین دپاره هم استعمالیږي.

دانتروپي ترمودینامیکي تعریف: مخکې مو وویل چې انتروپي د سیستم په داخل کې د ذراتو د بې نظمی سره اړیکې لري او د سیستم په داخل کې د ذراتو بې نظمي د تودوخې په واسطه زیاتیږي. که سیستم د تودوخې په T درجه کې د dq په اندازه تودوخه جذب کړي نو په دې جریان کې د سیستم انتروپي د dS په اندازه تغیر کوي دغه د انتروپي تغیر د تودوخې د مقدار او د تودوخې د درجې سره داسې اړیکې لري:

$$dS = dq / T \quad .... \quad (11-28)$$

(28- 11) افاده د انتروپي ترمودینامیکي تعریف بلل کیږي.

که انتروپي یوه مشخصه ئي(کرکتري.) تابع وي نو باید ثبوت شي چې هغه د سیستم خاصیت او د سیستم د حالت تابع ده. د دې خبرې د ثبوت دپاره د (27 - 11) افادې په شان باید ثابته کړو چې:

$$\oint dS = \oint dq / T = 0 \quad ...... \quad (11-29)$$

په اخري افاده کې د $\oint$ علامه د تړلې لارې چاپیره د dS انتګرال ښئ.

د (29- 11) افادې د ثبوت دپاره د کارنوت سیکل (1- 11 ش) کوم چې په نظري ډول د تودوخې په کار اوښتل ښیې په پام کې نیسو:

په دې سیکل کې د ایدیال ګاز انبساط او انقباض په څلورو پر له پسې مرحلو کې په نظر کې نیول کیږي:

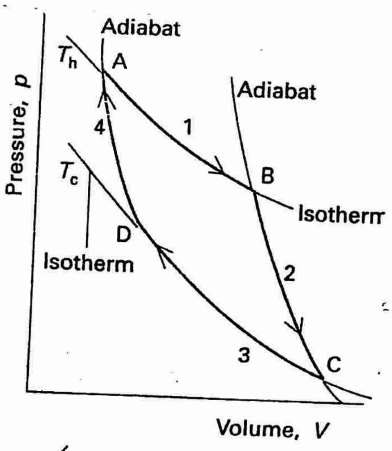
1 - د A د نقطې څخه د B ترنقطې پورې د ګاز ایزو ترمک انبساط:

په دې مرحله کې د تودوخې په ثابته درجه کې ګاز ته د qh په اندازه تودوخه ورکول کیږي چې په نتیجه کې د سیستم انتروپي د (qh / Th) په اندازه تغیر کوي. دلته د تودوخې علامه او هم دانتروپي علامه دواړه مثبت دي.

۲- د B د نقطې څخه C تر نقطې پورې د ګاز ادياباتک انبساط:
په دې مرحله کې د تودوخې راکړه ورکړه نشته نو دلته د انتروپي تغير صفر دی. خو دا وار د تودوخې درجه د Th څخه Tc ته راټيټيږي.

۳- د C د نقطې څخه د D تر نقطې پورې د ګاز ايزوترميک انقباض:
دا وار سيستم د تودوخې په ثابته درجه Tc کې د qc په اندازه تودوخه د لاسه ورکوي (q c < 0)
او په نتيجه کې د سيستم انتروپي د qc / /Tc په اندازه تغير کوي.

٤- د D د نقطې څخه بيرته د A تر نقطې پورې د ګاز اديااباتک انقباض:
په اديا باتک انقباض کې د تودوخې راکړه ورکړه او د سيستم دانتروپي تغير صفر دی. مګر دلته د تودوخې درجه د Tc څخه بيرته Th ته لوړيږي. په دې ټرلي ترموديناميکي سيکل کې د سيستم د انتروپي عمومي تغير مساوي کيږي:



(11 - 11) شکل: د کارنوت سيکل

$$\oint dS = \frac{q_h}{T_h} + \frac{q_c}{T_c} \qquad (11-30)$$

لاندې به ثبوت شي چې:*

$$\frac{q_h}{q_c} = -\frac{T_h}{T_c} \qquad (11-31)$$

پس د (30- 11) او (31- 11) افادو د مقايسې څخه لاس ته راځي چې:

$$\oint dS = \frac{q_h}{T_h} + \frac{q_c}{T_c} = 0$$

د اخرې افادې عمومي شکل داسې ليکو:

$$\oint d,q \; / \; dT = 0$$

دانتګرالو په تيوري کې ثابتيږي چې که د يو کانتور ټرلي انتګرال صفر وي نو دانتګرال لاندې افاده د يوې تابع مکمل د يفر نسيال دی پس ليکو چې:

$$dq / T = dS$$

يعنې د S کميت د سيستم خاصيت او د سيستم د حالت تابع دی.

....

د * (31-11) افادې ثبوت: مخکې (په 3 - 11 معادله کې) مو وليدل چې د ايزوترميک جريان تودوخه مساوي کيږي:

$$q_h = nRT_h \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right) \qquad q_c = nRT_c \ln\left(\frac{V_D}{V_C}\right)$$

همدارنګه په متعادل اديا باتک جريان کې د سيستم د حجم او د تودوخې د درجې دارتباط په اساس ليکو:

$$V_A T_h^c = V_D T_c^c \qquad V_C T_c^c = V_B T_h^c$$

$$c = C_{v,m} / R$$

پورتني افادې طرف په طرف يو بل کې ضر بوو او ليکو چې:

$$V_A V_C T_h^c T_c^c = V_D V_B T_h^c T_c^c$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{V_D}{V_C}$$

اخري مساوات د (3 - 11) په افاده کې په پام کې نيسو او ليکو چې:

$$q_C = n R T_C \ln (V_A / V_B) = - n R T_C \ln (V_B / V_A)$$

$$\frac{q_h}{q_C} = \frac{n R T_h \ln (V_B / V_A)}{- n R T_C \ln (V_B / V_A)} = - \frac{T_h}{T_C} \qquad (11-31)$$

....

که يو سيستم د تودوخې په T درجه کې د dq په اندازه تودوخه جذب کړي نو دا تودوخه د سيستم دانتروپي د تغير سبب ګرځي چې په خپل سري ترموديناميک جريان کې د سيستم د انتروپي تغير د جذب شوې انرژي (dq/T) په پرتله زيات وي يعني ليکو چې:

$$dS > dq/T \qquad (11-32)$$

کله چې ترموديناميکي جريان د تعادل حالت ته رسي نو دلته د انتروپي تغيرات د (dq/T) سره مساوي کيږي.

$$dS = dq/T \qquad (11-33)$$

هغه ترموديناميکي جريانات چې په خپل سر نه اجرا کيږي دلته د ډيرې انرژۍ په مصرف د سيستم انتروپي کم تغير کوي يعنې په داسې جريانو کې سيستم ته د ورکړل شوې تودوخې (dq/T) په پرتله د سيستم د انتروپي تغيرات ډير کم وي پس ليکو چې:

$$dS < dq/T \qquad (11-34)$$

که ترموديناميکي جريان په يو ګوښه شوي سيستم ($dq = 0$) کې صورت نيسي نو د 34-(32- 11) (33- 11) , معادلو په اساس وايو چې په خپل سري جريان کې د سيستم انتروپي زياتيږي.

$$dS > 0 \qquad (11-32)$$

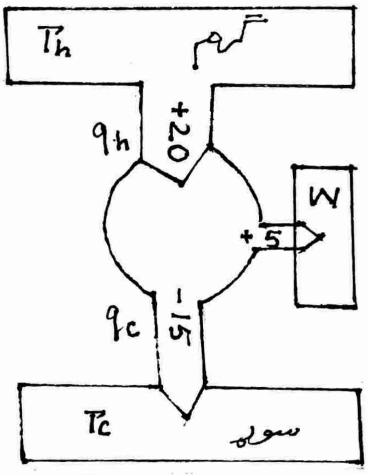
کله چې ترمودینامیکي جریان د تعادل حالت ته رسي د سیستم دانتروپي قیمت اعظمي او تغیرات ئې صفر کیږي

$$dS = 0 \qquad (11-33)$$

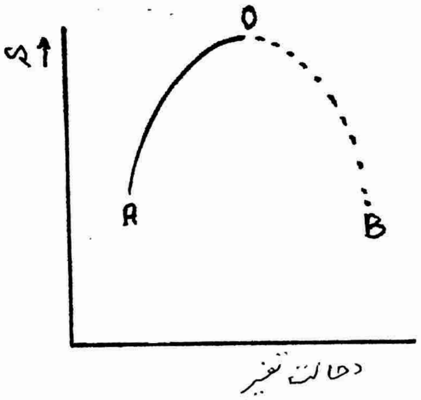
او هغه ترمودینامیکي جریان چې په خپله نه اجرا کیږي په دغسې جریان کې د سیستم انتروپي کمیږي.

$$dS < 0 \qquad (11-34)$$

د سیستم د حالت د تغیر سره د انتروپي تغیر په (13 – 11) شکل کې ورکړل شوی دی.



شکل (11 – 12)



شکل (11 – 13)

دتودوخی د Th او Tc درجو تر منځ د تودوخی انجن د qh په اندازه تودوخه تولیدوی چې د هغی څخه د qc په اندازه تودوخه د سستم سوړ قسمت ته ځی او (qh + qc) تودوخه په کار اوړي

دترمودینامیکی سستم دحالت او د انتروپی دتغیر ارتباط

- AO په خپل سری جریان
- OB نا په خپل سری جریان

او د O اعظمی نقطه دسستم تعادلی حالت ښيي

د حرارتي انجن موثریت: که یو حرارتي انجن د qh (qh = 20 Kj) په اندازه تودوخه تولید کړي او د w په اندازه کار وکړي نو لیکو چې:

$$\varepsilon = |w| \ / \ qh \qquad ...(11-35)$$

په پورتنۍ افاده کې(ε)د انجن د مؤثريت په نامه ياديږي. ښکاره خبره ده چې د qh تودوخه ټوله په کار نه اوړي بلکه د هغې يوه برخه مثلا qc (qc = - 1 5 Kj) د سيستم ساړه قسمت ته ځي او يوازې د (qh + qc) په اندازه تودوخه په کار ا وړي/(۱۲-۱۱ ش) ښې ليکو:

$$W = q_h + q_c = 20\,Kj + (-15\,Kj) = 5\,Kj$$

$$\varepsilon = (q_h + q_c) / q_h = 1 + q_c / q_h \qquad (11\text{-}36)$$

اوس(11 - 31) افاده په پام کې نيسو او ليکو:

$$\varepsilon = 1 - (T_c / T_h) \qquad (11\text{-}37)$$

د (37– 11) افادې څخه معلوميږي چې د تودوخې د انجن مؤثريت د هغه انجن د تودوخې په درجې (Th) او د سيستم د ساړه قسمت د تودوخې په درجې (Tc.)پورې اړه لري. که (Th = Tc) وي نو په دې شرايطو کې د ماشين مؤثريت صفر (ε = 0) دی. يعنې که د سيستم د تودوخې درجه ثابته وي دلته سيستم هيڅ کار نشي اجرا کولای. که د سيستم سوړ قسمت ډير سوړ مثلاً (Tc = 0) وي. په دې حالت کې د انجن مؤثريت اعظمي(ε = 1) دی يعنې داسې ماشين ټوله تودوخه په کار اړوی.

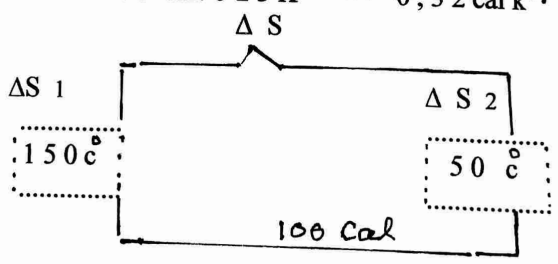
مثال : يو ګوښه شوی سيستم په پام کې نيسو. د دې سيستم يو قسمت(1) ډير تود (150c) او بل قسمت ئې (2) سوړ (50c) دی. که دغه دواړه قسمتو9 نه يو بل سره په تماس کې راشي نو د ګرم قسمت څخه (100) کالوري تودوخه سوړ قسمت ته ځي. د دې جريان په نتيجه کې د دغه سيستم دانتروپي عمومي تغير حساب کړی:

حل : که د (1) قسمت د انتروپي تغير په (ΔS1) او د(2) قسمت د انتروپي تغير په(ΔS 2) او د سيستم د انتروپي عمومي تغير په(ΔS) وښودل شي نو ليکو چې.

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

$$\Delta S_1 = -100\,cal / 423\,K. = -0{,}23\,cal\,k^{-1}$$

$$\Delta S_2 = 100\,cal / 323\,K = 0{,}32\,cal\,k^{-1}$$



$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = -0,23\,cal\,K + 0,32\,cal\,K = 0,07\,cal\,K$$

لیدل کیږي چې په دې جریان کې د سیستم دانتروپي عمومي تغیر مثبت دی پس دا جریان په خپله صورت موي
که اوس فرض کړو چې په دغه سیستم کې د (2) قسمت ($50\,^{\circ}c$) څخه (1) قسمت ($150\,^{\circ}c$) ته
(100 کالوري تودوخه تللې ده. نو د دې جریان امکان وګورئ.

حل:

$$\Delta S_1 = 100\,cal / 423\,K = 0,23\,cal\,K^{-1}$$

$$\Delta S_2 = 100\,cal / 323\,K = -0,32\,cal\,K^{-1}$$

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

$$\Delta S = 0,23\,cal\,K - 0,32\,cal\,K = -0,07\,cal\,K^{-1}$$

دلته د انتروتپي تغیر منفي دی پس د ساړه شي څخه ګرم شی ته د تودوخې تلل په خپله امکان نلري.

د ترمو دینامک د اول او دویم قانون شریکي معادلې:

د ترمودینامیک د دویم قانون په اساس لیکو:

په خپل سري جریان کې $\quad dS > dq/T \quad , \quad T\,dS > dq$

په نا په خپل سري جریان کې $\quad dS < dq\,T \quad , \quad T\,dS < dq$

د تعادل په وخت کې $\quad dS = dq/T \quad , \quad T\,dS = dq$

د dq قیمت د ترمودینامیک د لومړي قانون څخه په پام کې نیسیو او لیکو:

$$dq = dU + dA$$

$$dq = dU + P\,dV$$

په خپل سري جریان کې $\quad T\,dS > dU + dA > dU + P\,dV$

په نا په خپل سري جریان کې $\quad T\,dS < dU + dA < dU + p\,dV \qquad (11-38)$

د تعادل په وخت کې $\quad T\,dS = dU + dA = dU + P\,dV$

پورتنی معادلې د لومړي او دويم قانون د شريکو معادلو په نامه ياديږي.

د متعادل جريانو دانتروپي محاسبه:

فرضاً يو سيستم د تودوخې په T_1، درجه کې ډير کم مقدار تودوخه (dq) جذب کړي او په نتيجه کې د سيستم حالت د (1) څخه (2) حالت ته تغير وکړي او بيا د (1) او (2) حالت تر منځ تعادل رامنځ ته شي نو د تعادل د حالت دپاره ليکو:

$$dS = dq / T$$

که په دې متعادل جريان کې د سيستم حجم ثابت او د تودوخې درجه د T_1 څخه تر T_2 تغير وکړي نو په دې شرايطو کې ليکو چې:

$$dq = n\,C_v\,dT$$

$$dS = n\,C_v\,dT / T$$

$$\Delta S = \int_{T_2}^{T_1} n\,C_v\,dT / T \qquad (11-39)$$

که د T_1 او T_2 تر منځ واټن کم او په دې واټن کې د C_v قيمت ثابت فرض شي نو په دې شرايطو کې ليکلای شو چې:

$$\Delta S = n\,C_v \int_{T_1}^{T_2} dT / T$$

$$\Delta S = n\,C_v\,Ln\,(T_2 / T_1) \qquad (11-39)'$$

اوس که په دې متعادل جريان کې د سيستم فشار ثابت پاتې او د تودوخې درجه د T_1 څخه T_2 ته تغير وکړي نو بيا ليکو چې:

$$dq_p = C_p\,dT$$

$$dS = n\,C_p\,dT / T$$

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} n\,C_p\,dT / T\,. \qquad (11-40)$$

همدا ډول که د تودوخې د T_1 څخه تر T_2 واټن کې د C_p قيمت ثابت فرض شي نو ليکلای شو چې:

$$\Delta S = n\,Cp\,Ln\,(T_2 / T_1) \qquad (11-41)$$

مثال: د نایتروجن حرارتي ظرفیت د تودوخې د درجې سره داسې اړیکې لري:

$$Cp = (6,5 + 0,001\,T)\,cal\,K^{-1}\,mol^{-1}$$

که یو مول نایتروجن د 77,32 K څخه تر 298,15 K پورې ګرم شي په دې جریان کې د نایتروجن د انتروپي تغیر حساب کړی.

حل

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} (6,5 + 0,001\,T)\,dT / T$$

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} (6,5)\,dT / T + \int_{T_1}^{T_2} (0,001.\,T)\,dT / T =$$

$$6,5\,Ln\,(T_2 / T_1) + 0,001\,(T_2 - T_1)$$

$$6,5 . 2,3 \log (298,15 / 77,32)\ cal\,K^{-1}\,mol^{-1} +$$

$$+ (0,001\,K) . (298,15\,K - 77,32\,K)\ cal\,K^{-1}\,mol^{-1}$$

$$\Delta S = 8,996\ cal\,K^{-1}\,mol^{-1}$$

که په یو متعادل جریان کې فشار او د تودوخې درجه د واړه ثابت پاتې شي مثلاً د خالصو مواد فازي انتقالات لکه د ذوب عملیه د تبخیر او تصعید عملیې او د یوې مادې د کرستلي شکلونو تر منځ اوښتون او نور. د دا ډول متعادل جریانو دپاره لرو چې:

$$\int_1^2 d.S = dq / T$$

$$\Delta S = (1/T) \int_1^2 dq$$

$$dq = \Delta H$$

$$\Delta S^* = \Delta H^* / T^* \qquad (11-42)$$

په (42-11) افاده کې ΔS^* او ΔH^* په ترتیب سره د فازي اوښتون انتروپي او انتالپي ښي. (42-11) افاده د ذوب، غلیان (تبخیر) او د تصعید د جریانو دپاره داسې لیکو:

$$\Delta S_{fus} = \Delta H_{fus} / T_{fus}$$

$$\Delta S_{vap} = \Delta H_{vap} / T_{vap}$$

$$\Delta S_{sub} = \Delta H_{sub} / T_{sub}$$

په دغه فورمولو کې fus د ذوب، vap د تبخير او sub د تصعيد د کلمو نښې دي.

مثال: د اوبو د ذوب تودوخه ($\Delta H_{fus} = 1436\ cal\ mol^{-1}$) ده د اوبو د ذوب انتروپي د تودوخې په ($0\,^{\circ}C$) کې حساب کړئ.

حل:

$$\Delta S_{fus} = \Delta H_{fus} / T_{fus} = 1436 / 273{,}15 = 5{,}256\ cal\ K^{-1}\ mol^{-1}.$$

يعنې د مايع اوبو انتروپي د کنګل د انتروپي څخه د انتروپي (5,256) واحده زياته ده.

د ايډيال ګازاتو انتروپي:

مخکې مو د سيستم په تعادلی حالت کې د انتروپي د تغير او د نسبي تودوخې ارتباط وښود:

$$dS = dq/T \qquad , \qquad T\,dS = dq$$

که د dq قيمت د ترموديناميک د لومړي قانون څخه په پام کې ونيسو نو بيا ليکو چې:

$$dq = dU + P\,dV$$

$$T\,dS = dU + P\,dV$$

د ايډيال ګاز دپاره د dU پر ځای ($C_v\,dT$) او د P پر ځای د هغې مساوي ($P = nRT/V$.) په پام کې نيسو او ليکو چې:

$$T\,dS = C_v\,dT + (nRT/V).dV$$

$$dS = C_v.dT/T + nR\,dV/V$$

که د C_v قيمت ثابت فرض شي نو د اخري افادې انتګرال مساوي کيږي.

$$\Delta S = n\,C_v \ln(T_2/T_1) + nR\ln(V_2/V_1) \qquad (11-43)$$

(43– 11) افاده د ايديال گاز د ΔS ارتباط همزمان د سيستم د حجم او د تودوخي د درجي سره ښيئ.

دايزوترميک جريان دپاره ليکو :

$$P_1 V_1 / T = P_2 V_2 / T$$

$$P_1 / P_2 = V_2 / V_1$$

$$\Delta S = nR\,Ln\,(V_2 / V_1) = nR\,Ln\,(P_1 / P_2) \qquad (11–44)$$

د اخري افادي څخه معلوميږي چې په گازاتو کې د حجم په زياتييدو ($V_2 > V_1$) سره د سيستم انتروپي زياتيږي او د فشار په زياتيدو ($P_2 > P_1$) سره د سيستم انتروپي کميږي د بلې خوا د ايديال گاز دپاره ليکو:

$$T_2 / T_1 = P_2 V_2 / P_1 V_1$$

د (T_2 / T_1) قيمت په (43- 11) معادله کې ږدو او ليکو چې.

$$\Delta S = nCv[(Ln\,(P_2 / P_1) + Ln\,(V_2 / V_1)] + nR\,Ln\,(V_2 / V_1) \ ..... \ (11\text{-}45)$$

$$R = Cp - Cv$$

د R قيمت په (45-11) معادله کی ږدو او ليکو:

$$\Delta S = n\,Cv\,[\,Ln\,(P_2 / P_1) + Ln\ V_2 / V_1)\,] +$$

$$+ n\,(Cp - Cv)\,Ln\,(V_2 / V_1)$$

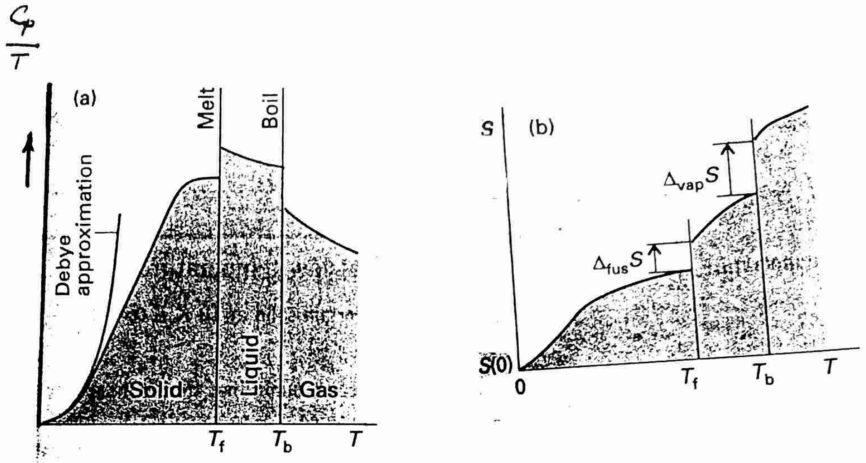
$$\Delta S = n\,Cv\,Ln(P_2 / P_1) + n\,Cp\,Ln\,(V_2 / V_1) \ ..... \ (11\text{-}46)$$

اخري افاده د ايديال گاز د انتروپي د تغير ارتباط همزمان د حجم او د فشار سره ښيئ.

د ترمو ديناميک دريم قانون:

د خالصې کيمياوي مادې د منظمو کرستلو انتروپي د کالوين په صفر درجه تودوخه کې صفر ده. که دا اصل ومنو نو کولای شو چې د انتروپي مطلق قيمتS د تودوخې په مطلوبه درجه (T) کې پيدا کړو. مثلاً که د يوې کيمياوي مادې د انتروپي قيمت د گاز په حالت د تودوخې په(T) درجه کې مطلوب وي نو د (47– 11) فورمول په واسطه د دغې مادې انتروپي حاسبه کولای شو.

$$S(T) = S(0) + \int_0^{T_f} \frac{C_p(\mathrm{s})\,dT}{T} + \frac{\Delta_{\mathrm{fus}}H}{T_f} + \int_{T_f}^{T_b} \frac{C_p(\mathrm{l})\,dT}{T} + \frac{\Delta_{\mathrm{vap}}H}{T_b} + \int_{T_b}^{T} \frac{C_p(\mathrm{g})\,dT}{T} \qquad (11-47)$$



(14 – 11) شکل: دانتروپي ګرافيکي محاسبه

په ((47 – 11) افاده کې Tf د نوموړې مادې د ذوب درجه او Tb =T v د همدغه مادې د غليان درجه ښيي. د (47– 11) معادلې انتګرالي حدونه په ګرافيکي ميتود پيدا کوي. د دې کار لپاره د هر فاز د Cp قيمت د تودوخې په مختلفو درجو کې د کالوري متر په واسطه پيدا کوي او بيا د X پر محور د T او د yپر محور د (Cp / T) قيمتونه اېښودل کيږي او په دې توګه د (Cp = f (T ګراف (14-11ش) لاس ته راځي. دتودوخې په 0 K درجه کې د Cp د قيمت د معلومولو دپاره د Cp قيمتونه د تودوخې د ممکنو ټيټو درجو پورې عملاً پيدا کوي او بيا لاس ته راغلی منحني د تودوخې 0 K پورې اکستراپوليشن کوي. په لاس ته راغلي ګراف کې د منحني او د T د محور تر منځ د هرې ساحې مساحت له مخې د مربوطه انتګرال قيمت معلوموي. د هرې خالصې کيمياوي مادې د ذوب او غليان تودوخې (ΔHvap , ΔH fus او همدارنګه د ذوب او غليان د تودوخې درجې (Tf , Tb)د جدولونو څخه اخستل کيږي او په دې ترتيب د يوې کيمياوي مادې د انتروپي قيمت ST د تودوخې په T درجه کې معلوموي. د بعضي کيمياوي موادو د ST قيمتونه په (5 – 11) جدول کې ورکړل شوي دي.

جدول
(5 – 11) د بعضي کيمياوي موادو د مطلقې انتروپي ستندرد S298 قيمتونه:

in J mol^{-1} K^{-1} bij T = 298 K en $p = p_0$

Ag(s)	43	Cu(s)	33	Na(s)	51
Al(s)	28	F_2(g)	203	N_2(g)	191
Ba(s)	67	Fe(s)	27	O_2(g)	205
Br_2(l)	152	H_2(g)	131	O_3(g)	238

د (5 - 11) جدول ادامه

in J mol^{-1} K^{-1} bij T = 298 K en $p = p_0$

AgBr(s)	107	CO(g)	198	$MgCO_3$(s)	66
AgCl(s)	96	CO_2(g)	214	NH_3(g)	193
AgI(s)	114	CuO(s)	44	N_2O(g)	220
$BaCl_2$(s)	126	Fe_2O_3(s)	90	NO(g)	211
$BaCO_3$(s)	112	HBr(g)	199	NO_2(g)	241
BaO(s)	70	HCl(g)	187	N_2O_4(g)	304
$BaSO_4$(s)	132	HI(g)	206	SiO_2(s)	42
$CaCl_2$(s)	114	H_2O(l)	70	SO_2(g)	249
$CaCO_3$(s)	93	H_2O(g)	189	SO_3(g)	256
CaO(s)	40	H_2O_2(l)	110	ZnO(s)	44
$Ca(OH)_2$(s)	73	H_2S(g)	205	ZnS(s)	58
		KCl(s)	83		

in J mol^{-1} K^{-1} bij T = 298 K en $p = p_0$

methaan(g)	187	methanol(l)	127
ethaan(g)	229	ethanol(l) (alcohol)	161
propaan(g)	270	methanal(g)	219
butaan(g) (*n*-butaan)	310	methaanzuur(l) (mierenzuur)	129
etheen(g)	219	ethaanzuur(l) (azijnzuur)	160
propeen(g)	267	chloormethaan(g)	234
1-buteen(g)	306	broommethaan(g)	246
1,3-butadieen(g)	279	joodmethaan(l)	163
benzeen(l)	173	dichloormethaan(l)	178
ethyn(g) (acetyleen)	201	trichloormethaan(l) (chloroform)	202
propyn(g)	248	tetrachloormethaan(l) (tetra)	216

د كيمياوي تعامل انتروپي $\Delta r\ S$ ؛

د كيمياوي تعامل انتروپي $\Delta r\ S$ د لاندې فورمول په مرسته حسابيږي.

$$\Delta r S = \left(\sum_{11} n\, S m ,j \right) - \left(\sum_{1} n\, S m ,j \right) \quad ...(11\text{-}48)$$

يعني د يو كيمياوي تعامل انتروپي مساوي كيږي: د كيمياوي تعامل څخه د حاصل شويو مواو د انتروپي د مطلق قيمتونو مجموعه منفي په تعامل كې د داخل شويو موادو د انتروپي د مطلق قيمتونو مجموعه. n په كيمياوي تعامل كې د هرې مادې ستكومترک ضريب ښئ. په دې محاسبه كې د ساده موادو د انتتروپي مطلق قيمت صفر نه نيول كيږي دا ځكه چې $(T > 0)$ ده.

مثال

د لاندې كيمياوي تعامل د انتروپي ستندرد قيمت پيدا كړئ:

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(L)$$

په پورتنی تعا مل کی دشاملو موادودمطلقی انتروپی ستندرد قیمتونه دجدول له مخی په پام کی نیسو او لیکو

$$\Delta r S^{\circ} = 2 \cdot S^{\circ}m(H_2O, L) - [2 \cdot S^{\circ}m(H_2, g) + S^{\circ}m(O_2, g)]$$

$$= 2 \cdot (70\ jK^{-1}mol^{-1}) - [2 \cdot (131\ jK^{-1}mol^{-1}) + (205\ jK^{-1}mol^{-1})]$$

$$= -327\ jK^{-1}mol^{-1}$$

د پورتني کیمیاوي تعامل اولني مواد گازات او د تعامل څخه حاصل شوي مواد مایع دي . دانتروپي منفي قیمت ښیئي چې د تعامل په نتیجه کې د انتروپي قیمت کم شوی دی یعنې د اولیه موادو په پرتله د تعامل څخه د حاصل شویو موادو داخلي تظم زیات او انتروپي ئې کمه ده. د بلې خواد هایدروجن او اکسیجن څخه د او بو د جوړیدو تعامل یو په خپل سري تعامل دی او د هغې په نتیجه کې تودوخه آزادیږي پس د دې تعامل د انتروپي تغیر باید مثبت وای. دلته که سیستم او د سیستم د چاپیریال د انتروپي عمومي تغیر په پام کې ونیول شي نو معلومه به شي چې دغه تعامل رښتیا په خپله اجرا کیږي او د انتروپي عمومي تغیر هم مثبت دی. د هایدروجن او اکسیجن څخه د اوبو د جوړیدو د تعامل ستندرد حرارتي اثر $\Delta H = -572$ $Kj\ mol^{-1}$ دی. دا حرارت چاپیریال جذب کړی دی پس د چاپیریال د انتروپي تغیر مساوي کیږي.

$$\Delta r S_{sur} = 572\ Kj\ mol^{-1} / 298\ K = 1{,}92 \cdot 10^{3}\ jK^{-1}mol^{-1}$$

د تعامل د سیستم او د هغه د چاپیریال د انتروپي عمومي تغیر مساوي کیږي.

$$\Delta r S_{tot} = (-327\ jK^{-1}mol^{-1}) + (1{,}92 \cdot 10^{3}\ jK^{-1}mol^{-1}) =$$

$$= 1{,}59 \cdot 10^{3}\ jK^{-1}mol^{-1}$$

د پورتني مثال څخه معلومیږي چې یوازې د تعامل د انتروپي د تغیر علامه د په خپل سري تعامل لوري سم نښي ښودلای. بلکه د هغې سره د همدغه تعامل د انتالپي قیمت او علامه هم باید په پام کې ونیول شي. د کیمیاوي تعامل د انتروپي او انتالپي د قیمتونو او علامو شریک تاپیر د گبس په انرژۍ(66 – 11) معادله کې ښودل شوې دی.

د حرارتي ماشین د کار موثر یت اود تر مودینامیکي جریان د انتروپي محاسبه :

1a- پخواني دبخار ماشین د تودوخي په $100\ c^{\circ}$ کي فعال اوپه $60\ c^{\circ}$ کي مړ کیږي په پام کي نیسو . ددي ماشین د کار موثریت حساب کړي

b- عصري توربين چي دا هم د اوبو په بخار کار کوي په پام کي نيسو . دا ماشين د $300\,^{\circ}c$ او $80\,^{\circ}c$ تر منځ کار کوي . ددي ماشين دکار موثريت هم حساب کړي :

حل :

$$\varepsilon = 1 - (T_c / T_h)$$

a -

$\varepsilon = 1 - 333\,k / 373\,k = 0,11$ موثريت 11 فصده

b -

$\varepsilon = 1 - (353\,k / 573\,k) = 0,38$ موثريت 38 فيصده

2- که داوسپني يوي لوي تختي ته په متعادل او ايزو ترمک ډول 25 kj تودوخه ور کړل شي په دي جريان کي د اوسپني د انتروپي تغير :

a- دتودوخي په $0\,^{\circ}c$ کي

b - دتودوخي په $100\,^{\circ}c$ کي حساب کړي

حل:

$$\Delta S = \int_1^2 dq_{rev} / T = (1/T) \int_1^2 dq_{rev} = q_{rev} / T$$

a-

$$\Delta S = 25 \,.\, 10^3\, j / 273,15\, k = 92\, j\, k^{-1}$$

b -

$$\Delta S = 25 \,.\, 10^3\, j / 373,15\, k = 67\, j\, k^{-1}$$

3 - د ثابت حجم لاندي د نيون دګاز انتروپي د تودوخي په 298 k کي $S_{298} = 146,22\ j\,k^{-1}mol^{-1}$ ده د نيبون انتروپي د تودوخي په 500 k کي حساب کړي .

حل:

که نيبون ايديال ګاز اود هغه د تودوخي ظرفيت ثابت وګڼو نو ليکو :

$$C_v = C_{p,m} - R$$

د جدول څخه لرو :

$$C_{p,m} = 20,786\, j\, k^{-1} mol^{-1}$$

$$C_{v,m} = (20,786 - 8,314)\, j\, k^{-1} mol^{-1} = 12,472\, j\, k^{-1} mol^{-1}$$

$$S_{500k} = S_{298k} + \int_{298}^{500} (12,472 / T)\, dT = 146,22\, j\, k^{-1} mol^{-1} +$$
$$+ 12,472\, j\, k^{-1} mol^{-1} \,.\, \ln\,(500\,k / 298\,k)$$

$$S\ 500\ k = (146,22 + 6,45)\ j\ k^{-1} mol^{-1} = 152\ 67\ j\ k^{-1} mol^{-1}$$

4 - یو مول دوه اتومه ایدیال ګاز ($C_{v,m} = 3/2\ R$) د $0\ c^{0}$ څخه تر $100\ c^{0}$ پورې ګرم شوي دي . ددي جریان دانتروپي تغیر حساب کړي .

حل:

$$\Delta S = n\,C_{p,m} Ln\,(T_2 / T_1)$$

$$C_{p,m} = C_{v,m} + R = (3/2)R + R = 5/2\ R$$

$$\Delta S = (1\ mol) . 5/2\ (8,314\ j\ k^{-1} mol^{-1})\ Ln\,(573\ k / 373\ k) = 8,92\ j\ k^{-1}$$

5- دري موله مونواتومک ایدیال ګاز ($C_{p,m} = 5/2\ R$) د تودوخي په $25\ c^{0}$ اود 10^{2}atm فشار لاندي په یو لوښي کي ځاي لري که ددغه ګاز دتودوخي درجه $125\ c^{0}$ او فشار ئي (500atm) شي نو ددي جریان ΔS حساب کړي :

حل :

$$\Delta S = n\,C_{v,m} Ln\,(T_2 / T_1) + n\,R\ Ln\,(V_2 / V_1) \quad - - (11-43)$$

دبایل د قانون څخه لیکو :

$$V_2 / V_1 = P_1 / P_2 \qquad (T = const)$$

$$\Delta S = n\,C_{v,m}\ Ln\,(T_2 / T_1) + n\,R\,Ln\,(P_1 / P_2) =$$

$$= (3\ mol) . (3/2) . 8,314\ j\ k^{-1} mol^{-1} . Ln\,(398\ k / 298\ k)\,] -$$

$$- (3 mol) . (8,314\ j\ k^{-1} mol^{-1})\ Ln\,(500 atm / 100 atm) = (18,04 - 40,14)\,j\ k = -22,1\,jk^{-1}$$

6- د یو مول مونواتومک ګاز ($C_{p,m} = 5/2\ R$) د انتروپي زیاتوالي حساب کړي که چیري دغه ګاز د 300k څخه تر 600k پورې ګرم او حجم ئ د 30 L څخه تر 50 L پورزیات شوي وي

حل:

$$\Delta S = n\,C_{v,m} Ln\,(T_2 / T_1) + n\,R\,Ln\,(V_2 / V_1) \quad - - (11-43)$$

$$C_{v,m} = C_{p,m} - R = 5/2\ R - R = 3/2\ R$$

$$\Delta S = (1\ mol) . (3/2.)\ (8,314\ j\ k\ mol)\ Ln\,(600\ k / 300\ k) +$$

$$+ (1\ mol) . (8,314\ j\ k\ mol) . Ln\,(50\ L / 30\ L) = 12,9\ jk$$

7- یو سستم ته د تودوخي په 500 k کي یو کیلو ژوله (q = 1 kj) تودوخه ورکړل شوي او د دغه سستم انتروپي د $(2 + 2,41\ jK^{-1})$ په اندازه تغیر کړي دي . وواياست چي دغه پروسه دترمودینامک له لحاظه ورو او متعادل(رجعي) ده که نه

حل :

$$\Delta S = q_{rev} / T \qquad (T = const)$$

که دغه جریان رجعي وي نو باید ولرو :

$$q = q_{rev} \ , \quad q_{rev} = \Delta S\, T$$

$$q_{rev} = T \Delta S = (500\ k) . (2,41\ jk^{-1}) = 1,21\ kj$$

$$1,21\ kj \neq 1\ kj$$

پس دغه جریان رجعي نه دي .

8- که د نایتروجن حرارتي ظرفیت ($C_p = 7/2\ R$)وګڼو نو دسانتیګراد دصفر درجي څخه تر سلو درجو پوري د لس ګرامه نایتروجن د ګرمیدو له امله ددغه ګاز دانتروپي تغیر حساب کړي.

a- که د ګرمیدو په جریان کي فشار ثابت پاتي شي

b-که دګرمیدو په جریان کي د ګاز حجم ثابت پاتي شي

حل-a

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} n\, C_p\, dT / T = n C_p \int_{T_1}^{T_2} dT / T$$

$$n = 10 / 28 = 0,358$$

$$\Delta S = n C_p\, Ln\, (T_2 / T_1) = 0,357. (7/2) . 1,987 . 2,3 \log (373\ k / 273\ k)$$

$$= 0,774\ cal\ k^{-1}\ mol^{-1}$$

-b

$$\Delta S = n C_v \int_{T_1}^{T_2} (dT / T) = n C_v\, Ln\, (T_2 / T_1)$$

$$C_p = C_v + R$$

$$\Delta S = n (C_p - R) . 2,3 \log (T_2 / T_1) = n[(7/2) R - R] . 2,3 \log (T_2 / T_1)$$

$$\Delta S = n (5/2) R . 2,3 \log (T_2 / T_1) = 0,357 . 2,5 . 1,987 . 2,3 \log (373 / 273)$$

$\Delta S = 0,55 \ cal\ K^{-1} mol^{-1}$

9- يو ليتر نايتروجن او دوه ليتره اکسيجن چي يو اتوموسفير فشار او $27\,^{\circ}C$ د تودوخي درجه لري سره يو ځاي شوي دي ددي جريان په نتيجه کي د سستم دانتروپي تغير حساب کړي

حل :

د نوموړ ي ګاز کتله مساوي کيږي :

$$PV = (m/M)RT \quad , \quad m = PVM / RT$$

$$m.(O_2) = 1 . 2 . 32 / 0,082 . 300 = 64 / 24.6 = 2.6\ g$$

$$m.(N_2) = 1 . 1 . 28 / 0,082 . 300 = 28 / 24,6 = 1,13\ g$$

$$n.(O_2) = 2,6 / 32 = 0,081 \quad , \quad n(N_2) = 1,13 / 28 = 0,04$$

$$\Delta S(O_2) = nR\, 2,3 \log (V_2 / V_1) = 0,081 . 1,987 . 2,3 \log (3/2) = 0,0635\ cal\ k\ mol$$

$$\Delta S(N_2) = nR . 2,3 \log (V_2 / V_1) = 0,04 . 1,987 . 2,3 \log (3/1) = 0,0861\ cal\ k\ mol$$

$$\Delta S = \Delta S(N_2) + \Delta S(O_2) = 0,0635 + 0,0861 = 0,1496\ cal\ k\ mol$$

10 -سل ګرامه اوبو ته د $0\,^{\circ}C$ څخه تر $120\,^{\circ}C$ پوري حرارت ورکړل شوي دي. که د تودوخي په $100\,^{\circ}C$ کي د اوبو دغليان تودوخه $2285,4\ kj\ kg^{-1}$ اود مايع اوبو حرارتي ظرفيت $4,19\ kj\ k^{-1}kg^{-1}$ اود اوبو د بخار مخصوص خرارتي ظر فيت $C_p = 1,91\ kj\ k^{-1}kg^{-1}$ وي نود پورتني جريان په نتيجه کي د اوبو د انتروپي تغير حساب کړي

حل :

$$\Delta S = m\int_{273}^{373} C_{p(L)}\, dT/T + m(\Delta_{vap}H / T_{vap}) + m\int_{273}^{373} C_{p(g)}\, dT/T =$$

$$= 100 . 4,19 . 2,3 \log (373/273) + 100.(2258,4 / 373) + 100. 1,91 . 2,3 \log (393/373)$$

$$= 747,87\ j.k.g$$

11 -يو ګرام کنګل ($0\,^{\circ}C$)او لس ګرامه جوش اوبه ($100\,^{\circ}C$) سره ګډوو

الف- دحاصل شوي ګډولي د تودوخي درجه څوده

ب-د پورتني جريان په نتيجه کي د سستم د انتروپي تغير پيدا کړي

د جدول له مخي د مايع اوبو دتودوخي ظر فيت $1\ cal\ k^{-1}g^{-1}$ اود کنګل دذوب کيدو تودوخه ($80\ cal . g^{-1}$) ده

حل:

د يو ګرام کنګل د ويلي کيدو دپاره 80 کالوري تودوخه ضرور ده پس 80 کالوري تودوخه بايد يو ګرام کنګل د 10 ګرامه جوش اوبو څخه واخلي يعني هر ګرام جوش اوبه بايد اته کالوري تودوخه دلاسه ورکړي اوپه نتيجه کي دجوش اوبو دتودوخي درجه به $92\,^{\circ}C$ شي

$t_c^{\circ} = 100 - 8 = 92\ ^{\circ}c = 365\ k$

دلته ګرمي اوبه تودوخه دلاسه ورکوي اوکنګل تودوخه جذبوي که دحرارتي تعادل په وخت ددي سستم دتودوخي درجه T x وګڼونو ليکو :

$$Q = m\ C\ p\ \Delta T$$

$$Q_1 = - Q_2$$

$$1 . (T_x - 273) = - 10 . (T_x - 365)$$

په پورتنيو معادلو کي Q1 هغه تودوخه ده چي سړو اوبو د 273k څخه ترTx پوري جذب کړي او Q2 هغه مقدار تودوخه ده چي ګرمو اوبو د 365 k څخه تر Tx پوري دلاسه ورکړي ده

د اخري مساوات څخه ليکو :

$$11\ T\ x = 365\ k + 273\ k = 3923$$

$$T\ x = 3923 / 11 = 356, 63\ k$$

اوس ديو ګرام کنګل د ويلي کيدو په جريان کي د انتروپي تغير په ΔS_1 بيا ديو ګرام اوبو د ګرميدو

($273\ k \rightarrow 356 , 63\ k$) دانتروپي تغير په ΔS_2 او د لس ګرامه جوش اوبو د سړيدو په جريان کي دانتروپي تغير په ΔS_3 ښيوو اوليکو :

$$\Delta S_1 = \Delta f H / T f = (1/18) . (80/ 273) = 0, 0\ 162\ 8\ \ cal\ k^{-1} mol^{-1}$$

$$\Delta S_2 = n\ C\ p \int_{T_1}^{T_2} d T / T = n\ C\ p . 2{,}3 \log (T_2 / T_1)$$

د مايع اوبو د تودوخي ظرفيت ($C\ p = 18\ \ cal\ \ k^{-1} mol^{-1}$) دي پس ليکو :

$$\Delta S_2 = (1 / 18) . 18 . 2, 3 \log (356. 63 / 273) = 0, 26197\ cal\ k^{-1} mol^{-1}$$

$$\Delta S_3 = n\ C\ p . 2{,}3 \log (T_2 / T_1) = (10 / 18) . 18 . 2{,}3 \log (356{,}63 / 373) =$$

$$= - 0{,}4669\ cal\ k\ mol$$

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = 0{,}0\ 1628\ cal\ k\ mol + 0, 26197\ cal\ k\ mol +$$

$$+ (- 0, 4\ 66\ 9\ cal\ k\ mol) = - 0, 18\ 865\ cal\ k\ mol$$

12- دلاندي کيمياوي تعاملاتو د انتروپي ستندرد قيمتونه ($\Delta r\ S^{\circ}_{298}$) د تودوخي په 298k کي حساب کړي

-a

$$2\ C\ H_3\ C\ H\ O_{(g)} + O_2\ (g) \longrightarrow 2\ C\ H_3\ C\ O\ O\ H_{(L)}$$

-b

$$2\,AgCl(s) + Br_{2(L)} \longrightarrow 2\,AgBr(S) + Cl_2$$

-C

$$Hg(L) + Cl_{2(g)} \longrightarrow HgCl_{2(S)}$$

حل:

د $\overset{\circ}{S}_{298}$ قيمتونه د جدول څخه اخلو او ليکو :

a- $\Delta r\overset{\circ}{S}_{298} = 2\,\overset{\circ}{S},m(CH_3COOH,L) - 2\,\overset{\circ}{S},m(CH_3CHO,g) - \overset{\circ}{S},m(O_2,g)$

$= (2.\ 159,8) - (2.250,3) - 205,14\ j\ k\ mol = -386,1\ j\ k\ mol$

b - $\Delta r\overset{\circ}{S}_{298} = 2\,\overset{\circ}{S},m(AgBr,s) + \overset{\circ}{S},m(Cl_2,g) - 2\,\overset{\circ}{S},m(AgCl,s) - \overset{\circ}{S},m(Br_2,L)$

$= (2.\ 107,1) + (223,07) - (2.\ 96,2) - (152,23\ j\ k\ mol) = +92,6\ j\ k\ mol$

C- $\Delta r\overset{\circ}{S}_{298} = \overset{\circ}{S},m(HgCl\ ,s) - \overset{\circ}{S},m(Hg,L) - \overset{\circ}{S},m(Cl_2,g)$

$=146,0 - 76,02 - 223,07\ j\ k\ mol = -153,1\ j\ k\ mol$

د هلمهولتز انرژي F :

د هلمهولتز انرژي ټوله په کار آوري نو ځکه د آزادې انرژي په نوم یادیږي. د (38-11) او (38-11) معادلو له مخې ليکو چې:

په خپل سري جريان	$dA < T\,dS - du$
نا په خپل سري جريان	$dA > T\,dS - du$
د تعادل حالت	$dA = T\,dS - du$

اوس فرض کوو چې سستم د (1) حالت څخه (2) حالت ته ځي او په دې جريان کې د تودوخې درجه ثابته پاتې کيږي. که په دې شرایطو کې د (38 - 11) معادلې انتګرال ونيسو نو ليکو چې:

$$\int_1^2 dA = T\int_1^2 dS - \int_1^2 dU$$

$$A = T(S_2 - S_1) - (U_2 - U_1)$$

$$A = (U_1 - TS_1) - (U_2 - TS_2) \ldots\ldots (11-49)$$

$$A = F_1 - F_2 = - \Delta F \qquad (11-49)$$

$$F = U - TS \quad ...... \qquad (11-50)$$

اخري افاده د هلمهولتز د انرژۍ تعریف ښيي. څرنګه چې S , T او U د سیستم خواص او د سیستم د حالت تابع دي پس F هم د سیستم خاصیت او د سیستم د حالت تابع یو کمیت دی . پس د دغه کمیت د تغیر له مخې د یو ترمو دینامیکي جریان امکان لوری او حد تعینیدای شي فرضآ د سستم حالت داسي تغیر وکړي چې په هغې کی د سستم S , T او U دري واړه تغیر وکړي. پس د (11 - 50) افادې مکمل دیفرنسیال داسې لیکو:

$$dF = dU - T\,dS - S\,dT \qquad (11-51)$$

که د تعادلي حالت د پاره د dU قیمت د (11 - 38) معدلې څخه په نظر کې ونیسو نو لیکو چې:

$$dF = T\,dS - P\,dV - T\,dS - S\,dT$$

$$dF = -P\,dV - S\,dT \qquad (11-52)$$

اخري افاده ښيي چې:

$$F = f(V, T)$$

که په (11-51) افاده کې د dU قیمت د خپل سري جریان د پاره د(11 - 38) معادلې څخه په پام کې ونیسو نو لیکو چې:

په خپل سري جریان کې $\quad dF < -P\,dV - S\,dT \quad ..... (11-53)$

د نا په خپل سري جریان کې $\quad dF > -P\,dV - S\,dT \quad (11-54)$

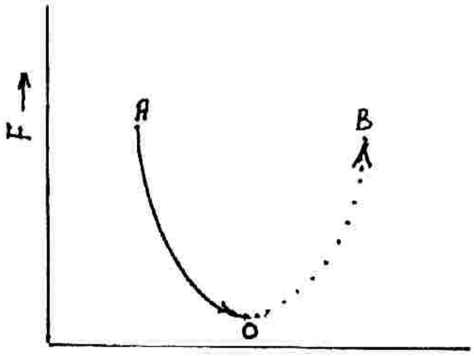
پس ښکاري چې F یوه کرکتري تابع ده او هغه د حجم او د تودوخې د درجې تابع ده . دغه کمیت د ایزو خارایزو ترمیک پوتانسیل په نامه هم یادیږي . که په یو ترمو دینامیکي جریان کې د سیستم حجم او د تودوخې درجه ثابته پاتې شي، نو د F د تغیر له مخې د(53- 11) او(54- 11) معادلو په اساس د دغه ترمودینامیکي جریان امکان لوری او حد داسې معلومیږي

په خپل سري جریان کې $\quad dF < 0$

نا په خپل سري جریان کې $\quad dF > 0$

د تعادل په حالت کې $\quad dF = 0$

يعني د په خپل سري جريان نښه دا ده چې په هغې کې د هلمهولتز انرژي د تعادل د حالت په لوري کميږي. د تعادل په حالت کې د F قيمت ثابت او اصغري وي او په نا په خپل سري جريان کې د F قيمت زياتيږي. د سيستم د حالت د تغير سره د F د تغير څرنګوالی په (17 – 11) شکل کې ښودل شوی دی.



د ستم د حالت تغير

(17 – 11) شکل: د ستم د حالت او د F د تغير څرنګوالی

O A - په خپل سري جريان

O B - نا په خپل سري جريان

O - د تعادل حالت

مخکې مو ولوستل چې د هلمهولتز انرژي توله په کار اوړي. اوس (49 – 11) او (49′ – 11) معادلې په پام کې نيسو او ليکو:

$$A = F_1 - F_2 = -(F_2 - F_1) = -\Delta F$$

دا چې د تعادل د حالت پورې ستم اعظمي کار اجرا کوي پس ليکو :

$$A_T \max = -\Delta F \qquad (11 - 55)$$

(55 – 11) معادله ښيي چې د تعادل د حالت پورې د ستم د هلمهولتز انرژي کميږي او د هغې په نتيجه کې ستم اعظمي کار اجرا کوي

که يو ترموديناميکي جريان د تودوخې په ثابته درجه کې صورت نيسي نو د (50– 11) معادلې په اسا.س ليکو:

$$F = U - TS$$

$$dF = dU - T\,dS$$

$$\Delta F = \Delta U - T\Delta S \qquad (11 - 56)$$

که $\Delta \dot{U}_{298}$ او $\Delta \dot{S}_{298}$ ستندرد قمتونه د جدول څخه واخستل شي نو د یو ترمودینامیکي جریان د ا یزوخار. ایزوتریک پوتانسیل د تغیر ستندرد قیمت د اسي محاسبه کیږي.

$$\Delta \dot{F} = \Delta \dot{U} - 298 \cdot \Delta \dot{S} \qquad (11-56)'$$

د گبس انرژي G :

د گبس انرژي هم د آزادې انرژي په نوم یادیږي ځکه چې دا انرژي هم په کار اوړي .
دترمو دینامک د لمړی اودویم قا نون دشریکو معادلو (11 - 38) په اساس لیکو .

$$T\,dS = dU + dA \quad \text{د تعادل حالت}$$

$$T\,dS > dU + dA \quad \text{په خپل سري جریان}$$

اوس د کار ټول ډولونه په پام کې نیسو او لیکو:

$$dA = P\,dV + dA'$$

دلته $P\,dV$ انبساطي کار او dA' غیر انبساطي کار یا اعظمي مفید کار دی.
په اخري افادو((11 –38)) کې د dA قیمت ږدو او لیکو:

$$T \Delta S = dU + P\,dV + dA'$$

$$dA' = T\,dS - dU - P\,dV$$

که ستم د (1) حالت څخه (2) حالت ته د (T = const , P = const) شرایطو لاندې تغیر وکړي نو د اخري افادې انتگرال مساوي کیږي:

$$A' = T(S_2 - S_1) - (U_2 - U_1) - P(V_2 - V_1)$$

$$A' = (TS_2 - TS_1) - (U_2 - U_1) - (PV_2 - PV_1)$$

$$A' = (U_1 - TS_1 + PV_1) - (U_2 - TS_2 + PV_2) \qquad (11-57)$$

$$G = U - TS + PV \qquad (11-57)'$$

$$G = F + PV \qquad (11-58)$$

$$G = H - TS \qquad (11-59)$$

(11 - 58) , (11- 59) او (11 - 57)' افادی د کبس د انرژۍ تعریف ښیي. دا چې په دې افادو کې شامل ټول کمیتونه د ستم خواص او د ستم د حالت تابع دي نو G هم د ستم خاصیت او د ستم د حالت تابع دی. که سستم د (1) حالت څخه (2) حالت ته تغیر وکړي او په دې جریان کې په (11 -57) افادته کې شامل ټول کمیتونه هم تغیر وکړي نو لیکو چې:

$$G = U - TS + PV \quad \ldots\ldots (11-60)$$

$$dG = dU - TdS - SdT + PdV + VdP$$

$$dU = TdS - PdV - dA'$$

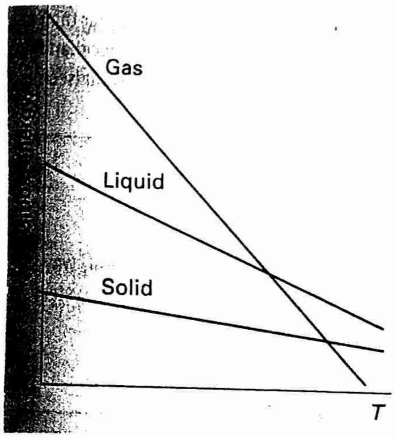
$$dG = TdS - PdV - dA' - TdS - SdT + PdV + VdP$$

که ستم یوازې انبساطي کار اجرا کړي ($dA' = 0$) نو د مشابه حدونو د جمع کولو وروسته لیکو:

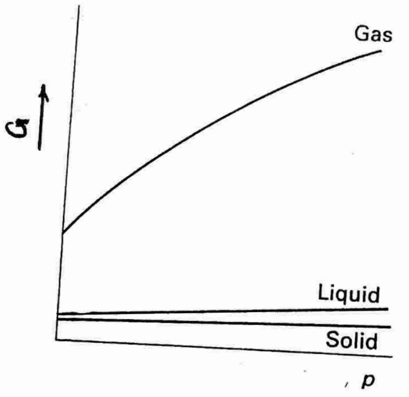
دتعادل حالت $\quad dG = - SdT + VdP \qquad (11-61)$

په خپل سري جریان $\quad dG < - SdT + VdP \qquad (11-62)$

اخري افادې ښیي چې د گبس انرژي د فشار او د تودوخې د درجې تابع ده . د فشار او د تودوخې د درجې سره د یوې کیمیاوي مادې د G ارتباط په جامد ، مایع او د گاز په حالت کې په (11 - 19) او (11 - 18) شکلونو کې ښودل شوی دی.



(11 - 18) شکل: د یوې کیمیاوي مادې د G ارتباط د تودوخې د درجې سره



(11 - 19) شکل: د یوې کیمیاوي مادې د G ارتباط د فشار سره

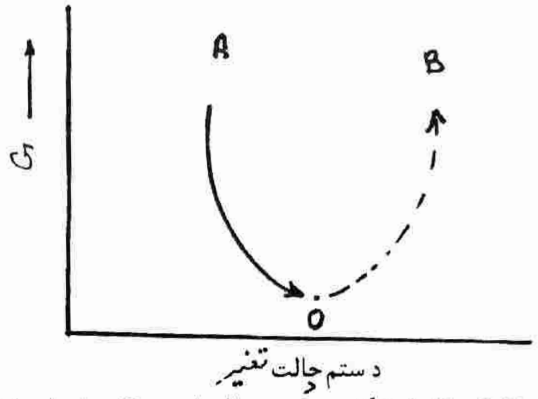
د G کمیت د ایزوبار ایزوترمیک پوتانسیل په نامه هم یادیږي دا ځکه چې که په یو ترمودینامیکي جریان کې د ستم فشار او د تودوخې درجه ثابته پاتې شي نو د دغه جریان امکان ، حد او لوری د G د تغیر له مخې داسې معلومیږي:

په خپل سري جریان کې $\quad dG < 0 \qquad (11-63)$

په نا خپل سري جریان کې $\quad dG > 0 \qquad (11-64)$

د تعادل په حالت کې $\quad dG = 0 \qquad (11-65)$

د ترمودینامیکي ستم د حالت د تغیر سره د (G) تغیر په (11 - 20) شکل کې ورکړل شوی دی.



(11 – 20) شکل: د ستم د حالت او د G د تغير ارتباط

A O - په خپل سري جريان

O B - نا په خپل سري جريان

O - د تعادل حالت

(11 – 63)، (11 – 64) او (11 – 65) معادلو څخه ښکاري چې په خپل سري جريان کې د ستم د ګبس انرژي کميږي او ستم د تعادل په لور تغير کوي د تعادل په وخت کې د G قيمت اصغري او ثابت (dG = 0) ګرځي. کوم جريان چې په خپله نه تر سره کيږي هلته د ګبس انرژي زياتيږي او ستم د تعادل د حالت څخه لري وزي. دغه واقيعت په (11 – 20) شکل کې وګورئ. او س (11 - 57) افاده په پام کې نيسو او (11 – 57) افاده په لاندې ډول ليکو:

$$A' = G_1 - G_2 = -(G_2 - G_1) = -\Delta G$$

دا چې د متعادل جريان کار اعظمي دی نو ليکو چې:

$$A'_{max} = -\Delta G \quad \ldots\ldots (11 - 57'')$$

د اخري افادې څخه ښکاري چې د تعادل تر حالته پورې د ګبس د انرژۍ کميدل د هغه اعظمي کار سره مساوي دی چې ستم د تعادل تر حالته پورې اجرا کوي.

او س (11 - 59) افاده په پام کې نيسو او فرض کوو چې سستم د تودوخې په ثابته درجه او د ثابت فشار لاندې د (1) حالت څخه (2) حالت ته اوړي نو دلته د G تغير مساوي کيږي

$$dG = dH - TdS$$

د اخري افادي انتګرال نیسو او لیکو چي:

$$\int_1^2 dG = \int_1^2 dH - T\int_1^2 dS$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \qquad (11-66)$$

که د انتروپي او انتالپي ستندرد قیمتونه د جدول څخه واخلو نو د ګبس د انرژۍ ستندرد قیمت په لاندي ډول حسابوو:

$$\Delta \overset{\bullet}{G}_{298} = \Delta \overset{\bullet}{H}_{298} - 298\,.\,\Delta \overset{\bullet}{S}_{298} \qquad (11-66')$$

دکیمیاوي تعامل د ګبس دانرژي ستندرد قیمت $\Delta r \overset{o}{G}$:

په کیمیاوي تعامل کې د شاملو کیمیاوي موادو دجوړېدود ګبس دانرژۍ د ستندرد قیمتو په مرسته دکیمیاوي تعامل د ګبس دانرژۍ ستندرد قیمت په لاندي ډول محاسبه کیږي.

$$\Delta r \overset{\circ}{G} = \sum_{11} n \overset{\bullet}{G}m,j\ (\text{حاصلات}) - \sum_{1} n \overset{\bullet}{G}m,j\ (\text{اولیه مواد}) \qquad (11-67)$$

په پورتنۍ افاده کې n دکیمیاوي تعامل په معادله کې دهرې کیمیاوي مادې دمولونو شمیر و $\overset{\bullet}{G}m$ دیو مول کیمیاوي مادې د جوړېدو د ګبس د انرژۍ ستندرد قیمت ښیي. په دې محاسبه کې د ساده موادو د جوړېدو د ګبس د انرژۍ قیمت صفر نیول کیږي او د $\overset{\bullet}{G}m$ قیمت د جدول څخه اخستتل کیږي د بعضي کیمیاوي موادو دجوړېدو د ګبس د انرژۍ ستند رد قیمتونه په(6 - 11) جدول کې ورکړل شوي دي.

(6 – 11) :جدول د کیما وي موا د و د جو ر یدو:دګبس دانرژۍ ستندرد قیمتونه په(25 $\overset{\bullet}{c}$) کې

Substance	$\Delta_f G^{\ominus}$/ kJ mol^{-1}
Gases	
Ammonia, NH_3	−16.5
Carbon dioxide, CO_2	−394.4
Dinitrogen tetroxide, N_2O_4	+97.9
Hydrogen iodide, HI	+1.7
Nitrogen dioxide, NO_2	+51.3
Sulfur dioxide, SO_2	−300.2
Water, H_2O	−228.6

د (6-1) جدول ادامه

Liquids	
Benzene, C_6H_6	+124.3
Ethanol, CH_3CH_2OH	−174.8
Water, H_2O	−237.1
Solids	
Calcium carbonate, $CaCO_3$	−1128.8
Iron(III) oxide, Fe_2O_3	−742.2
Silver bromide, AgBr	−96.9
Silver chloride, AgCl	−109.8

مثال: د لاندي کیمیاوي تعامل د گبس دانرژي ستندرد قیمت حساب کړئ.

$$CO(g) + (1/2)O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

$$\Delta r G^\circ = \Delta G^\circ m, CO_2(g) - [\Delta G^\circ m, CO(g) + 1/2\, \Delta G^\circ m, O_2(g)]$$

$$= -394{,}4\, Kj\, mol - [(-137{,}2\, Kj\, mol + 1/2 \cdot (0)]$$

$$= -257{,}2\, Kj\, mol$$

که په یو کیمیاوي تعامل کې د شاملو موادو د جوړیدو د گبس د انرژۍ قیمتونه ونه لرو او د نوموړو موادو د جوړیدد انتالپي او انتروپي ستندرد قیمتونه رامعلوم وي نو په داسې حالت کې د (66 – 11) معادلې په اساس ددغه تعامل د گپس انرژۍ ستندرد قیمت په لاندې ډول حسابوو.

مثال: د لاندې کیمیاوي تعامل $\Delta r G$ حساب کړئ.

$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$$

د دې تعامل دانتالپي او انتروپي ستندرد قیمتونه په لاندې ډول دي.

$$\Delta r H^\circ = 2 \cdot \Delta H^\circ (H_2O, L) = -571{,}66\, Kj\, mol^{-1}$$

$$\Delta r S^\circ = -326{,}68\, j\, k^{-1} mol^{-1} = -0{,}32668\, Kj\, K^{-1} mol^{-1}$$

د (66 – 11) افادې په اساس لیکو چې:

$$\Delta r G^\circ = (-571{,}66\, Kj\, mol^{-1}) - (298{,}15\, K) \cdot (-0{,}32668\, Kj\, K^{-1} mol^{-1})$$

$$= -474{,}26\, kj\, mol^{-1}$$

د $\Delta r \dot{G}$ د قیمت منفي علامه ښیي چې په ورکړل شویو شرایطو کې نوموړی تعامل ښی لور ($\longrightarrow$) ته په خپله صورت مومي. پاس مو ولوستل چې که د یو کیمیاوي تعامل د $\Delta r G$ قیمت منفي وي. نو هغه تعامل په ورکړل شویو شرایطو کې په خپل سر صورت مومي د (66 – 11) معادلی. څخه ښکاري چې د $\Delta r \dot{G}$ علامه د $\Delta r \dot{H}$ او $\Delta r \dot{S}$ په عددي قیمتو او د هغوئ په علامو پورې اړه لري په لاندې (7 – 11) جدول کې د $\Delta r \dot{H}$ او $\Delta r \dot{S}$ د علامو په اساس د کیمیاوي تعاملاتو د په خپله اجرا کیدو امکانات ښودل شوي دي

(7 – 11) جدول : د $\Delta r \dot{H}$ او $\Delta r \dot{S}$ د علامو په اساس د کیمیاوي تعامل د په خپله اجرا کیدو اټکل:

ایا تعامل په خپله اجرا کیږي	ΔS	ΔH
هو، هر کله چې ($\Delta G < 0$)	او $\Delta S > 0$ دی	$\Delta H < 0$
هو کله ($\lvert T\Delta S \rvert < \lvert \Delta H \rvert$)	او $\Delta S < 0$ وي	$\Delta H < 0$
هو کله ($T\Delta S > \Delta H$)	او $\Delta S > 0$ وي	$\Delta H > 0$
نه، هیڅکله چې ($\Delta G > 0$)	او $\Delta S < 0$ دی	$\Delta H > 0$

د کیمیاوي موادو د جوړیدو د ګبس دانرژي ستندرد قیمت :

د ساده موادو څخه د یوې کیمیاوي مادې د جوړیدو د تعامل د ګبس د انرژي ستندرد قیمت د هغې مادې د جوړیدو د ګبس د انرژۍ ستندرد قیمت دی. مثلاً لاندې کیمیاوي تعامل په پام کې نیسو:

$$H_2(g) + (1/2)\, O_2(g) \longrightarrow H_2O(L)$$

د دې تعامل د ګبس دانرژۍ ستندرد قیمت $-237\, Kj\ mol$ دی. همدا عدد داوبو د جوړیدو د ګبس د انرژۍ ستندرد قیمت دی. د کیمیاوي هوادو د جوړیدو د ګبس د انرژۍ قیمتونه د یو مول موادو دپاره په جدولو نو کې ورکړل کیږي (6 – 11 جدول .)

د اعظمي کار معادلات د ګبس هلمهولتز معادلات:

په ایزوخار ایزوترمیک متعادل جریان کې (49- 11) او (52 - 11) معادلات په پام کې نیسو او لیکو:

$$A_{max} = (U_1 - TS_1) - (U_2 - TS_2)$$

$$A_{max} = T(S_2 - S_1) - (U_2 - U_1)$$

$$A_{max} = T\Delta S - \Delta U \qquad (11-68)$$

$$dF = -S\,dT - P\,dV$$

$$(\partial F/\partial V)_T = -P \quad , \quad (\partial F/\partial T)_v = -S$$

د S داقیمت په (68 - 11) افاده کې ږدو او لیکو:

$$A_{max} = -T[d(F_2 - F_1)/dT]_v - \Delta U \; ..... \; (11-69)$$

$$\Delta F = T[d(\Delta F)/dT]_v + \Delta U \; .... \; (11-69')$$

اوس په ایزوبار ایزوترمیک متعادل جریان کې . (59 - 11) , (64 - 11) معادلات په پام کې نیسو او لیکو:

$$-A'_{max} = \Delta G = \Delta H - T\Delta S = (H_2 - H_1) - T(S_2 - S_1)$$

$$A'_{max} = (H_1 - H_2) - T(S_1 - S_2) \; ... \; (11-66')$$

$$dG = -S\,dT + V\,dP$$

$$(\partial G/\partial T)_p = -S \quad , \quad (\partial G/\partial P)_T = V$$

د S قیمت په (66'' - 11) معادله کې ږدو او لیکو:

$$A'_{max} = -\Delta H - T[\partial(G_2 - G_1)/\partial T]_p \; .... \; (11-70)$$

$$G_2 - G_1 = \Delta G = -A'_{max}$$

$$A'_{max} = -\Delta H - T\left[\frac{\partial A'_{max}}{\partial T}\right]_p \qquad (11-70')$$

$$\Delta G = \Delta H + T(\partial \Delta G/\partial T)_p \; ...... \; (11-70'')$$

(69,70 – 11) معادلې د ګبس هلمهولتز یا د اعظمي کار دمعادلو په نامه یادیږي. که د یو ترمو دینامیکي جریان اعظمي کار او د تودوخې د درجې سره د اعظمي کار ارتباط و پیژنو نو کولای شو د دغه معادلو په مرسته د یو کیمیاوي تعامل حرارتي اثرد تودوخې په ورکړل شوي درجه کې حساب کړو

یادونه: په ترمو ینامیکي محاسبو کې G او F ډیر زیات په کار راځي. ځکه د هغه شرایطو لاندې چې د دې کمیتونو تغیر مطالعه کیږي عملاً ممکن او آسان کار دی. په جامد او مایع سیستمونو کې معمولاً د F او په ګازاتو کې د G د کمیت څخه کار اخلي.

د ګازاتو ایزو بار ایزو ترمک پوتانسیل :

دمتعادل ایزوبار ایزوترمیک جریان دپاره د ګبس د انرژی (61 - 11) معادله په پام کې نیسو:

$$dG = -S\,dT + V\,dP$$

که د ګاز فشار د تودوخې په ثابته درجه کې تغیر وکړي نو په دې شرایطو کې د دغه ګاز د ایزوبار ایزوترمیک پوتانسیل تغیر مساوي کیږي:

$$dG = V\,dP \qquad (11-71)$$

د ایدیال ګاز دپاره لیکو:

$$V_m = RT/P$$

د V قیمت په (71 - 11) معادله کې ږدو او لیکو

$$dG = (RT/P)\,dP \qquad (11-72)$$

$$\Delta G = RT\,Ln(P_2/P_1) \qquad (11-73)$$

که د (72 - 11) معادلې غیرمعین انتګرال ونیول شي نو لیکو :

$$G = \overset{\circ}{G}(T) + RT\,Ln\,P \qquad (11-74)$$

په اخري افاده کې $\overset{\circ}{G}(T)$ انتګرالي ثابت دی چې د تودوخې په معینه درجه کې ثابت او معین قیمت لري.
په (73 – 11) معادله کې که P_1 د ستندرد حالت فشار (1 atm = P) وي او .
$\Delta G = (Gm - \overset{\circ}{G}m)$ په پام کې ونیول شي نو لیکو چې :

$$Gm = \overset{\circ}{G}m + RT\,Ln\,(P_2/P_1 = 1\,atm)$$

$$P_2/1 = P$$

$$Gm = \overset{\circ}{G}m + RT\,Ln\,P \qquad (11-75)$$

ليدل كيږي چې P په (75 - 11) معادله کې يو بې واحده عدد دی.

د ګبس دانرژي محاسبه :

1 - لاندې کيمياوي تعاملات په پام کې ونيسي:

a. $2CH_3CHO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2CH_3COOH(L)$

$\Delta rS = -386,1\ j\ k\ mol$

b. $2AgCl(s) + Br_2(L) \longrightarrow 2AgBr(s) + Cl_2(g)$

$\Delta r S = +92,6\ j\ k\ mol$

C. $Hg(L) + Cl_2(g) \longrightarrow HgCl_2(s)$

$\Delta r S = -153,1\ j\ k\ mol$

په دغه تعاملاتوکې د شاملو موادو د جوړيدو انتالپي ستندرد قيمتونه دجدول څخه واخلي او ددغه تعاملاتود انتالپي ستندرد قيمتونه ΔrH^0 حساب او بيا ددغه تعاملاتو د ګبس دانرژي ستندرد قيمتونه حساب کړي

حل

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - 298,15\ \Delta S^0$$

(a) $\Delta_r H^\ominus = 2\Delta_f H^\ominus(CH_3COOH, l) - 2\Delta_f H^\ominus(CH_3CHO, g) = 2 \times (-484.5) - 2 \times (-166.19)\ kJ\ mol^{-1}$

$= -636.6\bar{2}\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta_r G^\ominus = -636.6\bar{2}\ kJ\ mol^{-1} - (298.15\ K) \times (-386.1\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}) =$ $\boxed{-521.5\ kJ\ mol^{-1}}$

(b) $\Delta_r H^\ominus = 2\Delta_f H^\ominus(AgBr, s) - 2\Delta_f H^\ominus(AgCl, s) = 2 \times (-100.37) - 2 \times (-127.07)\ kJ\ mol^{-1}$

$= +53.40\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta_r G^\ominus = +53.40\ kJ\ mol^{-1} - (298.15\ K) \times (+92.6)\ J\ K^{-1}\ mol^{-1} =$ $\boxed{+25.8\ kJ\ mol^{-1}}$

(c) $\Delta_r H^\ominus = \Delta_f H^\ominus(HgCl_2, s) = -224.3\ kJ\ mol^{-1}$

$\Delta_r G^\ominus = -224.3\ kJ\ mol^{-1} - (298.15\ K) \times (-153.1\ J\ K^{1}\ mol^{-1}) =$ $\boxed{-178.7\ kJ\ mol^{-1}}$

2 – د (1) سوال په تعاملاتو کي د شاملو موادو د جوړيدو دګبس دانرژي ستندرد قيمتونه $\Delta r\, G^{\circ}$ دجدول څخه واخلي اوددغه تعاملاتو د ګبس د انرژي ستندرد قيمتونه حساب کړي.

حل:

$$a - \Delta_r G^{\circ} = 2\Delta_f G^{\circ}(CH_3COOH, l) - 2\Delta_f G^{\circ}(CH_3CHO, g) = 2 \times (-389.9) - 2 \times (-128.86)\ kJ\ mol^{-1}$$

$$= \boxed{-522.1\ kJ\ mol^{-1}}$$

$$b - \Delta_r G^{\circ} = 2\Delta_f G^{\circ}(AgBr, s) - 2\Delta_f G^{\circ}(AgCl, s) = 2 \times (-96.90) - 2 \times (-109.79)\ kJ\ mol^{-1}$$

$$= \boxed{+25.78\ kJ\ mol^{-1}}$$

$$c - \Delta_f G^{\circ} = \Delta_f G^{\circ}(HgCl_2, s) = \boxed{-178.6\ kJ\ mol^{-1}}$$

3 – دجامد فينول د سوزيدو د ستندرد انتالپي قيمت دتودوخي په 298 k کي(3054 kj mol -) دي په دي تعامل کي دشاملو موادو د انتروپي ستندرد قيمتونه د تودوخي په 298 k کي په(5 - 11)جدول کي ورکړل شوي دي ددغه معلوماتو په اساس د فينول د جوړيدو د ګبس دانر ژي ستندرد قيمت دتودوخي په 298 k کي حساب کړي

حل:

دفينول دجوړيدو تعامل په لاندي ډول دي

$$6C(s) + 3H_2(g) + 1/2\,O_2(g) \longrightarrow C_6H_5OH(s)$$

لمړي دپورتني تعامل د انتالپي او انتروپي ستندردقيمتونه ($\Delta f\, H^{\circ}$, $\Delta f\, S^{\circ}$) حساب او وروسته دلاندي فورمول له مخي د $\Delta f\, G^{\circ}$ ستندرد قيمت په لاندي ډول حسا بوو:

$$\Delta f\, G^{\circ} = \Delta r\, H^{\circ} - T\Delta S^{\circ}$$

د فينول دجوړيدو انتالپي(ΔfH) ددغه مرکب د سوزيدو دتعامل دانتالپي (ΔcH) له مخي په لاندي ډول لاس ته راځي

$$C_6H_5OH\ (s) + 7O_2(g) \longrightarrow 6CO_2\ (g) + 3H_2O\ (L) \qquad \Delta c\,H = -3054\ kj\ mol$$

$$\Delta c\,H = 6\Delta fH(CO_2) + 3\Delta fH(H_2O) - \Delta fH(C_6H_5OH)$$

$$\Delta_f H(C_6H_5OH,s) = [6\Delta_f H(CO_2,g) + 3\Delta_f H(H_2O,L)] - \Delta_c H(C_6H_5OH,s)$$

$$\Delta_f H(C_6H_5OH,s) = 6.(-393{,}51) + 3.(-285{,}83) - (-3054)\ kj\ mol^{-1} = -164{,}55\ kj\ mol^{-1}$$

دپورتني کيمياوي تعامل انتروپي يعني دفينول دجوړيدو انتروپي ($\Delta_f S,\ C_6H_5OH,s$)مساوي کيږي:

$$\Delta_f S(C_6H_5OH,s) = [S,m(C_6H_5OH,s)] - [6S,m(C,S) + 3S,m(H_2,g) + \tfrac{1}{2}S,m(O_2,g)]$$

$$= 144{,}0 - (6 \times 5.740) - (3 \times 130{,}68) - [1/2 \times 205.14] = -385{,}05\ j\ k\ mol^{-1}$$

$$\Delta_f G(C_6H_5OH,S) = -164{,}55\ kj\ mol^{-1} - (298.15\ k) \times (-385{,}05\ j\ k\ mol^{-1}) = -50\ kj.mol^{-1}$$

4 – دسون د موادو په بطري کې ميتان د سوزيدو د تعامل په نتيجه کي هغه غير انبساطي اعظمي کار محاسبه کړي چي د يو مول متان دسوزيدو په نتيجه کي د تودوخي په 298° کي اجرا کيږي

حل:

د متان دسوزيدو کيمياوي معادله په لاندي ډول ده

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(L)$$

$$\Delta_r G = \Delta_f G(CO_2,g) + 2\Delta_f G(H_2O,L) - \Delta_f G(CH_4,g)$$

$$\Delta_r G = [-394{,}36 + (2.237.13) - (-50{,}72)]\ kj\ mol^{-1} = -817{,}90\ kj\ mol^{-1}$$

پس غير انبساطي اعظمي کار $w = |\Delta G| = 817{,}90\ kj\ mol^{-1}$

5 - په لاندي کيمياوي تعامل کي دشاملو کيمياوي موادو دجوړيدو د ΔS° , ΔH° , ΔG° ستندرد قيمتونه په لاندي ډول دي

$$C_2H_2(g) + 2H_2O(L) = CH_3COOH(L) + H_2(g)$$

مواد	$\Delta H^{\circ}_f\ (j\ k\ mol^{-1})$	$\Delta G^{\circ}_f\ (j\ k\ mol^{-1})$	$(\Delta S^{\circ}_f\ j\ k\ mol^{-1} K^{-1})$
$C_2H_2(g)$	$220{,}91 . 10^{6}$	$209{,}55 . 10^{6}$	$200{,}903 . 10^{3}$
$H_2O(L)$	$-286{,}043 . 10^{6}$	$-237{,}361 . 10^{6}$	$69{,}99 . 10^{3}$
CHCOOH (L)	$-487{,}367 . 10^{6}$	$-392{,}741 . 10^{6}$	$159{,}934 . 10^{3}$
$H_2(g)$	0	0	$130{,}68 . 10^{3}$

ددي معلوماتو په مرسته د پورتني کيمياوي تعامل د $\Delta \dot{F}$, $\Delta \dot{U}$, $\Delta \dot{S}$, $\Delta \dot{H}$, $\Delta \dot{G}$ ستندرد قيمتونه حساب کړي

حل:

$$\Delta r \dot{H}_{298} = [\Delta \dot{H}_{298}\ H_2 + \Delta \dot{H}_{298}\ CH_3COOH] - [2.(\Delta \dot{H}_{298}\ H_2O) + \Delta H_{298}\ C_2H_{2(g)}]$$

$$\Delta r \dot{H}_{298} = [0 + (-487,367) - (-2.286,43 + 226,91)] . 10^{6} = 142,19 . 10^{6}\ j\ kmol^{-1}$$

$$\Delta r \dot{U}_{298} = \Delta \dot{H}_{298} - P \Delta V = \Delta \dot{H} - P \Delta n_{(g)} RT$$

$$\Delta n_{(g)}\ n_{H_2} - n_{C_2H_2} = 1 - 1 = 0$$

$$\Delta r \dot{U}_{298} = \Delta \dot{H}_{298} = 142,19\ j\ kmol$$

$$\Delta r \dot{G}_{298} = [\Delta \dot{G}_{298(H_2,g)} + \Delta \dot{G}_{298(CH_3COOH,L)}] - [2 \Delta \dot{G}_{298(H_2O,L)} + \Delta \dot{G}_{298(C_2H_2,g)}]$$

$$\Delta r \dot{G}_{298} = [0 + (-392,741) - (-2.237,361 + 209,35)]. 10 = -127,369\ j\ kmol$$

$$\Delta r \dot{F} = \Delta r \dot{G} - P \Delta V = \Delta r G - P \Delta n RT$$

$$\Delta n = 0$$

$$\Delta r \dot{F} = \Delta r \dot{G} = -127,369\ j\ kmol$$

$$\Delta r \dot{S} = [\dot{S}_{298(H_2)} + \dot{S}_{298(CH_3COOH)}] - [2 \dot{S}_{298(H_2O,L)} + \dot{S}_{298(C_2H_2,g)}]$$

$$\Delta r \dot{S} = [(130,68 + 159,943)] - [(200,963 + 2.69,99)] . 10 = -50,023 .10\ j\ kmol$$

6- د ثابت فشار ($P = 1,0133 . 10^{5}\ N. m^{-2}$) لاندي د 300 k څخه تر 400 k پوري د يو مول امونيا دګر ميدو له کبله د هغي د ايزو بار ايزو ترمک پوتانسيل تغيرات په لاندي شرايطو کي پيدا کړي

الف- که د امونيا انتروپي د حرارت په دغه واتن کي ثابته ($S_{298} = 192,5\ j\ mol^{-1} k^{-1}$) فرض شي

ب که دموادو دتودوخي ظرفیت د تودوخي په دغه انتروال کي ثابت ($Cp = 35{,}65\ j\ mol\ k$)

فرض شي ولي دهغي انتروپي د S_{298} څخه و S ته تغییر وکړي

حل:

الف:

د (۱۱-۶۱) معادلي په اساس لیکو :

$$dG = -S\,dT + V\,dP$$

$$P = const$$

$$dG = -S\,dT \quad , \quad \Delta G = -S\,\Delta T = -S\,(T_2 - T_1)$$

$$\Delta G = -192{,}5\ (400 - 300) = 19250\ j\ mol^{-1}$$

ب

$$\Delta G = -S\ \Delta T$$

$$\Delta S = S_T - S_{298} = \int_{300}^{400} Cp \,.\, dT / T + S_{298}$$

$$S_T = Cp \int_{300}^{400} dT / T + S_{298} = Cp\ Ln(400/300) + S_{298}$$

$$S_T = 35{,}65 \,.\, 2{,}3\ (\log 400 - \log 300) + 192{,}5\ \ j\ mol^{-1}\ k^{-1}$$

$$\Delta G = G_{400} - G_{300} = -S_T\ \Delta T = -[\,35{,}65 \,.\, 2{,}3\ (\log_{400} - \log_{300}) + 192{,}5\,] \,.\, [\,400 - 300\,]$$

$$= -20274{,}9\ j\ mol^{-1}$$

(8 - 11) جدول : د کیمیاوي موادو د فازي اوښتون د انتروپي ستندرد قیمتونه

	Fusion (at T_f)	Vaporization (at T_b)
Ar	14.17 (at 83.8 K)	74.53 (at 87.3 K)
Br_2	39.76 (at 265.9 K)	88.61 (at 332.4 K)
C_6H_6	38.00 (at 278.6 K)	87.19 (at 353.2 K)
CH_3COOH	40.4 (at 289.8 K)	61.9 (at 391.4 K)
CH_3OH	18.03 (at 175.2 K)	104.6 (at 337.2 K)
Cl_2	37.22 (at 172.1 K)	85.38 (at 239.0 K)
H_2	8.38 (at 14.0 K)	44.96 (at 20.38 K)
H_2O	22.00 (at 273.2 K)	109.0 (at 373.2 K)
H_2S	12.67 (at 187.6 K)	87.75 (at 212.0 K)
He	4.8 (at 1.8 K and 30 bar)	19.9 (at 4.22 K)
N_2	11.39 (at 63.2 K)	75.22 (at 77.4 K)
NH_3	28.93 (at 195.4 K)	97.41 (at 239.73 K)
O_2	8.17 (at 54.4 K)	75.63 (at 90.2 K)

(9 – 11) جدول : د مايعاتو د غلیان(په نارمله نقطه کي) د انتالپي او انتروپي ستندرد قیمتونه

	$\Delta_{vap}H^{\circ}$/(kJ mol^{-1})	θ_b/°C	$\Delta_{vap}S^{\circ}$/(J K^{-1} mol^{-1})
Benzene	30.8	80.1	+87.2
Carbon disulfide	26.74	46.25	+83.7
Carbon tetrachloride	30.00	76.7	+85.8
Cyclohexane	30.1	80.7	+85.1
Decane	38.75	174	+86.7
Dimethyl ether	21.51	−23	+86
Ethanol	38.6	78.3	+110.0
Hydrogen sulfide	18.7	−60.4	+87.9
Mercury	59.3	356.6	+94.2
Methane	8.18	−161.5	+73.2
Methanol	35.21	65.0	+104.1
Water	40.7	100.0	+109.1

7- اوه گرامه نایتروجن ته د تودوخي په ثابته درجه ($+ 27\,^{\circ}C$) د 0,5 atm څخه تر 3 atm پوري فشار

ورکړل شوي دي په دې عملیه کې د نایتروجن د ΔG قیمت معلوم کړي

حل:

د (۷۳ - ۱۱)معادلې په اساس داید یال ګاز د فشار دتغیر له کبله دهغه ګاز ایزوبار ایزوترمک پوتانسیل داسې تغیر کوي:

$$\Delta G = n R T Ln (P_2 / P_1)$$

$$\Delta G = (7 / 28) . (1,987 \; cal.mol^{-1} k^{-1}) . (300 k) . 2,3 \log (3 / 0,5)= 266,7 \; cal$$

8- لاندې کیمیاوي تعامل په پام کې ونیسئ:

$$H_2 + Cl_2 \dots\dots \rightarrow 2 H Cl$$

په ستندرد شرایطو ($P_{H2} = P_{Cl2} = P_{HCl} = 1atm , \; t = 25\dot{c}$) کې د پورتنې تعامل د ایزو بار ایزوتر مک پوتانسیل قیمت ($\Delta r \dot{G} = -45538 \; cal$) دې ددغه تعامل ΔG په $t = 25 \; \dot{c}$ او لاندې شرایطو کې پیدا کړئ:

$$H_2 (2 \; atm) + Cl_2 (1 \; atm) \dots\dots \rightarrow 2 H Cl (0,1 \; atm)$$

حل: دلته د کیمیاوي تعامل د ΔG_T قیمت په لاندې ډول محاسبه کیږي:

$$\Delta G_T = \Delta \dot{G}_{298} + R T Ln (P_2 / P_1) = \Delta \dot{G}_{298} + R T Ln \left(\frac{P_{\text{حاصلات}}}{P_{\text{اولي مواد}}} \right) \quad \dots\dots (11-76)$$

$$\Delta r \; G = -45538 + 1,987 . 298 . 2,3 \log \left(\frac{P^2_{HCl}}{P_{H2} . P_{Cl2}} \right)$$

$$\Delta r \; G = - 48671 \; cal$$

9 - لاندې تعامل په پام کې ونیسئ

$$2 SO_3 = 2 SO_2 + O_2$$

د د غه تعامل ترمو دینامیکي مشخصات ($\Delta \overset{\circ}{G}_{298} = 33460cal$, $\Delta \overset{\circ}{H}_{298} = 46980\ cal$) دي که د د غه تعامل حرارتي اثر ثابت فرض شي نو ددغه کیمیاوي تعامل $\Delta r\ G$ په ($P = 1\ atm$, $T = 600\ K$) حساب کړي

حل:

$$\Delta r\ G = T \int (\Delta H / \overset{\circ}{T}{}^{2})\ dT + j\ T$$

$$\Delta\ H = const$$

$$\Delta r\ G = - \Delta H + j\ T$$

اوس د تودوخي په کي 298k کي د اخرني معادلي څخه د j قیمت داسي معلوموو

$$\Delta G_{298} = 33460 = 46980 + j\ .\ 298$$

$$j = - 45,37$$

$$\Delta r\ G_{600} = 46980 - 45,37\ .\ 600 = 19758\ cal$$

کیمیاوي تعادل :

اول کیمیاوي تعادل په متجانسو سیستمونو کې:

لاندی د کیمیاوي تعامل عمومي شکل په پام کي نیسو

$$aA\,(g) + bB\,(g) \rightleftharpoons mC\,(g)$$

که د کیمیاوي تعادل د مخه د دغه تعامل د ګبس انرژي $\Delta r\ G$ ونیول شي او هم (11 – 75) معادله په پام کي ونیسو نو لیکو چي:

$$\Delta r G = m\ \overset{\circ}{G}m\,(C) - [\,a\ Gm\,(A) + b\ Gm\,(B)\,]$$

$$= m[\,\overset{\circ}{G}m\,(C) + RT\ Ln\ P\,(C)\,] -$$

$$[\,a\,\{\,\overset{\circ}{G}m\,(A) + RT\,Ln\,P\,(A)\,\} + b\,\{\,\overset{\circ}{G}m\,(B) + RT\,Ln\ P\,(B)\,\}\,]$$

$$\Delta_r G = m\ \overset{\circ}{G}m\,(C) - a\,\overset{\circ}{G}m\,(A) - b\,\overset{\circ}{G}m\,(B) + RT\,\{\,m\ Ln\ P\,(C) -$$

$$- a\ Ln\ P\,(A) - b\ Ln\ P\,(B)\}$$

$$\Delta r G = \Delta r \overset{o}{G} + RT \, Ln \frac{P(C)^{m}}{P(A)^{a} \cdot P(B)^{b}} \qquad (11-77)$$

کله چې نوموړي تعامل د تعادل حالت ته رسي نو د ګبس انرژي نوره تغير نه کوي.

$$\Delta r G = 0$$

پس د کيمياوي تعادل دپاره ليکو:

$$0 = \Delta r \overset{o}{G} + RT \, Ln \left[\frac{P(C)^{m.}}{P(A)^{a} \cdot P(B)^{b}} \right]_{\text{تعادل}}$$

$$- \frac{\Delta r \overset{o}{G} m}{RT} = Ln \left[\frac{P(C)^{m.}}{P(A)^{a} \cdot P(B)^{b}} \right]_{\text{تعادل}} ,$$

مخکې موو. ليدل چې د تودوخې په معينه درجه (T) کې د کيمياوي تعامل د ګبس د انرژۍ ستندرد قيمت ($\Delta r \overset{o}{G} m$) معين او ثابت ري پس د اخري معادلې کيڼ طرف يو ثابت عدد دی او د هغې قيمت يوازې د تودوخې د درجې تابع دی. نو د معادلې ښی طرف بايد هم يو ثابت عدد او يوازې د تودوخې د درجې تابع وي. پس ليکو چې:

$$\left[\frac{P(C)^{m.}}{P(A)^{a} \cdot P(B)^{b}} \right]_{\text{تعادل}} = Kp \qquad (11-78)$$

$$\Delta r \overset{o}{G} m = - RT \, Ln \, Kp = const = f(T) \qquad (11-79)$$

د (11 – 78) ، معادلې څخه د کيمياوي تعامل د ثابت دوه ځانګړتياوې ښکاري:

١ – د کيمياوي تعادل ثابت (Kp) د تودوخې د درجې تابع دی او هغه د عمومي فشار او په تعامل کې د شاملو مواد و د جزئي فشارونو (غلظتونو) تابع نه دی. دا ځکه که د تعامل د معادلې د يو طرف موادو فشارونه (غلظتونه)، تغير وکړي نو د معادلې د بل طرف موادو فشارونه (غلظتونه) داسې تغير کوي چې د (11 – 78) معادلې د صورت او مخرج نسبت ثابت پاتې شي.

۲ – د کیمیاوي تعامل د تعادل ثابت Kp یو بې واحده عدد دی دا ځکه چې په (78 – 11) معادله کې P یو بې واحده عدد دی.

یادونه:

د عین کیمیاوي تعامل دتعادل د ثابت افاده او د هغې عددي قیمت دتعامل په لورې او هم دتعامل په کیمیاوي معادله کې دموادو په ستیکومتریک ضریبونو پورې اړه لري . مثلاً د امونیا جوړیدل په پام کې نیسو

$$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3 \qquad Kp = \frac{P^2(NH_3)}{P^3(H_2) \cdot P(N_2)}$$

$$3/2\, H_2 + 1/2\, N_2 \rightleftharpoons NH_3 \qquad \acute{K}p = \frac{P(NH_3)}{P^{3/2}(H_2) \cdot P^{1/2}(N_2)} = \sqrt{Kp}$$

$$2NH_3 \rightleftharpoons 3H_2 + N_2 \qquad \ddot{K}p = \frac{P^3(H_2) \cdot P(N_2)}{P^2(NH_3)} = 1/Kp$$

$$Kp \neq \acute{K}p \neq \ddot{K}p$$

دکیمیاوي تعامل دایزوترم معادله:

د $\Delta r\bar{G}$ قیمت د (79 – 11) افادې څخه په (77 - 11) افاده کې ږدو او یوه ډېره مهمه معادله چې د کیمیاوي تعامل دایزوترم د معادلې په نامه یادیږي لاس ته راوړو.

$$\Delta rG = -RT\,Ln\left[\frac{P^{m}(C)}{P^{a}(A) \cdot P^{b}(B)}\right]_{تعادل} + RT\,Ln\frac{P^{m}(C)}{P^{a}(A) \cdot P^{b}(B)} \qquad (11-80)$$

د (80 -11) معادلې ښۍ اړخ د دوه مشابه حدونو څخه جوړ دی . په یو حد کې په تعامل کې د شاملو موادو د تعادلي حالت جزئي فشارونه او په بل حد کې په تعامل کې د شاملو موادو کیفي جزئي فشارونه لیکل شوي دي.(80 -11) معادله داسې هم لیکلای شو.

$$\Delta rG = -RT\,Ln\,Kp + RT\,Ln\frac{P^{m}(C)}{P^{a}(A) \cdot P^{b}(B)} \qquad (11-81)$$

پس که د یو کیمیاوي تعامل دتعادل ثابت د تودوخې په یوه معینه درجه T کې معلوم وي او په سیستم کې د شاملو موادو کیفي جزئي فشبارونه (غلظتونه) وپیژنو نو د (81 – 11) معادلې په مرسته کولای شو د نوموړي تعامل د ګبس د انرژۍ قیمت ΔG معلوم کړو. که د ΔG پر ځای د (57 -11) افادې څخه د تعادلي حالت مفید اعظمي کار په پام کې ونیسو نو لیکو چې:

$$A'_{max} = RT\ Ln\ Kp - RT\ Ln \frac{P^{m}_{(C)}}{P^{a}_{(A)} \cdot P^{b}_{(B)}} \qquad (11-81')$$

د (81' -11) معادلې څخه هغه مفید اعظمي کار چې په یو کمیاوي تعامل کې دتعادل تر حالته پورې اجر کیږي حسابولای شو. که ایزوخاز ایروترمیک پوتانسیل په پام کې ونیول شي نو په عین ترتیب ثابتیږي چې:

$$\Delta r F = RT\ Ln\ Kc + RT\ Ln \frac{C^{m}_{(C)}}{C^{a}_{(A)} \cdot C^{b}_{(B)}} \qquad (11-82)$$

دلته (C) د کیمیاوي مادې غلظت ښیي. که د تعادلي حالت پورې کوم کار چې د کیمیاوي تعامل په نتیجه کې اجرا کیږي په پام کې ونیول شي.

$$\Delta r F = -A_{max}$$

نو(82 – 11) معادله داسې لیکو:

$$A_{max} = RT\,Ln\ Kc - RT\,Ln \frac{C^{m}_{(C)}}{C^{a}_{(A)} \cdot C^{b}_{(B)}} \qquad (11-83)$$

اوس د ایدیال ګاز د حالت د معادلې په مرسته د Kp او Kc مقداري ارتباط پیدا کوو.

$$P \cdot V = n RT$$

$$P = (n/V) RT$$

$$P = C RT$$

اوس د P پر ځای د هغه مساوي د Kp په افاده کې یدو او لیکو چې:

$$Kp = \frac{P^{m}_{(C)}}{P^{a}_{(A)} \cdot P^{b}_{(B)}} = \frac{C^{m}_{(C)}}{C^{a}_{(A)} \cdot C^{b}_{(B)}} (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = m - (a + b)$$

$$Kp = Kc \cdot (RT)^{\Delta n} \qquad (11-84)$$

که $\Delta n = 0$ وي یعنې په تعامل کې د شامل شویو او د تعامل څخه د لاس ته داغلیو موادو د مولونو شمیر مساوي وي . نو دلته لرو چې :

$$Kp = Kc$$

یادونه :

د یو کیمیاوي تعامل ثابت هغه وخت په Kp ښودل کیږي چې په تعامل کې شامل مواد گازات وي او که په تعامل کې شامل مواد د محلول په حالت وي نو دلته د کیمیاوي تعامل د تعادل ثابت په Kc ښیي. که په تعامل کې ټول شامل مواد د محلول په حالت وي نو د تعامل د تعادل ثابت په K_N هم ښیي. که د محلول پر سر د یوې مادې جزئي فشار Pi او د هغې مادې غلظت(مولي قسمت)په محلول کې Ni او په سیستم کې عمومي فشار P وي نو د Pi قیمت د Ni سره داسې اړیکې لري.

$$Pi = Ni\ P$$

اوس که د Kp په افاده کې د Pi پر ځای د هغې مساوي Ni P کښیږدو نو لیکو چې؛

$$Kp = \frac{N_{(C)}^{m}}{N_{(A)}^{a} \cdot N_{(B)}^{b}} P^{\Delta n}$$

$$Kp = K_N\ P^{\Delta n} \qquad (11-85)$$

که په تعامل کې د داخل شویو او د تعامل څخه د حاصل شویو موادو د مولونو شمیر یو شی وي نو دلته لرو چې :

$$Kp = Kc = K_N$$

دوم – د غیر متجانسو کیمیاوي تعاملاتو د تعادل ثابت.

که په کیمیاوي تعامل کې شامل مواد مختلف فازي حالات ولري نو دغسې کیمیاوي تعامل غیر متجانس بلل کیږي مثلاً :

$$Ca\,CO_3\,(s) \;\cdots\cdots\rightarrow\; Ca\,O\,(s) + CO_2\,(g)$$

که د دې تعامل د تعادل ثابت د متجانسو سیستمونو په شان ولیکو نو لرو چې:

$$K_N = \frac{N\,(Ca\,O)\;.\;N\,(CO_2)}{N\,(Ca\,CO_3)}$$

دلته N مولي قسمت ښيي. دا چې جامد مواد معمولاً په خالص ډول جداګانه فاز جوړوي او دا چې د خالصې مادې مولي قسمت یو دی پس پورتنی معادله داسې لیکو:

$$K_{..} = \frac{1\;.\;N\,(CO_2)}{1} = N\,(CO_2)$$

که د CO_2 غلظت د هغه په جزئي فشار وښودل شي نو لیکو:

$$Kp = P\,(CO_2)$$

یادونه:
که په یو کیمیاوي تعامل کې جامد مواد هم شامل وي نو د تعادل د ثابت په افاده کې دجامد موادو جزئي فشار (غلظت) نه لیکل کیږي

دتودوخي ددرجي او د کیمیاوي تعامل دتعادل دثابت ارتباط:

مخکې مو ثابته کړه چې د کیمیاوي تعامل د تعادل ثابت د تودوخې د درجې سره ارتباط لري . اوس دغه ارتباط مطالعه کوو:
که کیمیاوي تعامل د ثابت فشار لاندې صورت مومي نو د (11 – 70) معادلې څخه لرو چې:

$$\Delta G = \Delta H + T\,(d\,\Delta G / dT)_P$$

که د اخري معادلې اطرف په T تقسیبم کړو نو لیکو چې:

$$\Delta G / T = \Delta H / T + d\,\Delta G / dT$$

$$d\,\Delta G / dT = \Delta G / T - \Delta H / T$$

د ووستی معادلې اطراف په T کې ضربوو او لیکو:

$$T d \Delta G / dT = \Delta G - \Delta H$$

$$T d \Delta G - dT\Delta G) / dT = - \Delta H$$

$$Td \Delta G - dT\Delta G = - \Delta H . dT$$

د اخري معادلې اطراف په T^2 تقسيموو او ليکو:

$$(T d \Delta G - dT . \Delta G) / T^2 = - \Delta H dT / T^2$$

د اخري معادلې چپ طرف په حقيقت کې د $d (\Delta G / T)$ سره مساوي دي. پس ليکو:

$$d (\Delta G / T) = - \Delta H dT / T^2$$

اوس فرض کوو چې تعامل په ستندرد شرايطو کې اجرا کيږي پس ليکو:

$$d (\Delta r G^o / T) = - \Delta r H^o dT / T^2$$

اوس د $\Delta r G^o_T$ قيمت د (79 -11) معادلې څخه په پام کې نيسو او ليکو

$$\Delta r G^o_T = - RT \ Ln \ Kp$$

$$d (- RT \ Ln \ Kp / T) = - \Delta r H^o . dT / T^2$$

$$d \ Ln \ Kp = \Delta r H^o dT / RT^2 \qquad (11- \mathbf{86})$$

په عين ترتيب د تودوخې د درجې سره د Kc ارتباط داسې په لاس راځي:

$$d \ Ln \ Kc = \Delta r U^o . dT / RT^2 \qquad (11- 87)$$

(86– 11) او (87– 11) معادلې د کيمياوي تعامل د تعادل د ثابت او د تودوخې د درجې ارتباط ښيي. اوس د (86– 11) معادلې انتګرال نيسو.

۱ – که $\Delta r H^o$ د تودوخې د T_1 او T_2 درجو تر منځ ثابت فرض شي نو د (86– 11) – معادلې معين انتګرال مساوي کيږي.

$$\int_{T1}^{T2} d \, Ln \, Kp = \Delta r \, H \int_{T1}^{T2} (dT / RT^2) = -(\Delta r \, H / R) (1/T_2 - 1/T_1)$$

$$Ln (Kp_2 / Kp_1) = + (\Delta H / R) (1/T_1 - 1/T_2) =$$

$$= (\Delta \overset{o}{H} / R) . \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 . T_1} \right) \qquad (11 -88)$$

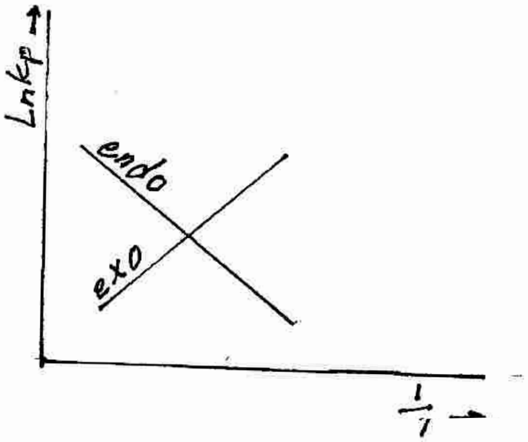
په اخري افاده کې Kp2 د تودوخې په T2 درجه کې د تعامل د تعادل ثابت او Kp 1 د تودوخې په T1 درجه کې د تعامل د تعادل ثابت ښيي.

۲ – د (86– 11) معادلې غیر معین انتیګرال نیسو او لیکو :

$$\int dLn \, Kp = (\Delta r \, \overset{o}{H} / R) \int dT / T^2$$

$$Ln \, Kp = -(\Delta r \, \overset{o}{H} / RT) + C \qquad (11 -89)$$

د (89– 11) معادلې څخه ښکاري چې Ln Kp د (1 / T) سره خطي ارتباط لري د (T / 1) او (Ln Kp) ارتباط په (17 – 11) شکل کې ښودل شوی دی.



(17 – 11) شکل : د کیمیاوي تعامل د تعادل د ثابت او د تودوخې د درجې ارتباط

(17 – 11) شکل څخه معلو میږي چې په اندوترمک تعاملاتو کې د تودوخې د درجې د لوړیدو سره د Ln Kp یعنې Kp قیمت زیاتیږي یعنې د تعادل په حالت کې که د تودوخې درجه لوړیږي نود اندوترمیک

تعامل سرعت داکزوترمیک تعامل د سرعت په پرتله ډیر زیاتیږي. مخکې (25 – 11) مو ولیدل چې د کیمیاوي تعامل حرارتي اثر د تودوخې د درجې سره داسې اړیکې لري:

$$\Delta H = Hj + \Delta aT + 1/2\ \Delta b T^2 + 1/3 \Delta C T^3$$

که د ΔH دا قیمت په (86 – 11) معادله کې کیښیږدو د تودوخې په ورکړل شوې درجه کې د Ln Kp قیمت داسې محاسبه کیږي.

$$Ln\ Kp = -(\Delta Hj / RT) + (\Delta a / R) Ln\ T + (\Delta b / 2R).T + (\Delta C / 6R).T^2 + J \qquad (11 - 90)$$

J په اخري معادل کې د انتگرالي ثابت په نامه یاد او قیمت ئې د هر تعامل دپاره ثابت او معین دی.

پر کیمیاوي تعادل دفشار تاثیر :

د ایدیال گازاتو په تعامل کې پر Kp او Kc فشار تاثیر نلري ولې د K_N د افاد څخه معلومیږي چې د K_N عددي قیمت د سیستم په عمومي فشار P پورې اړه لري. د (85 – 11) معادلې څخه لیکو:

$$K_N = Kp\ .\ P^{-\Delta n}$$

که د اخري افادې لوگارتم ونیسو نو لیکو :

$$Ln\ K_N = Ln\ Kp - \Delta n\ Ln\ P.$$

اوس د اخري افادې مکمل دیفرنسیال د P په نسبت نیسو او دا هم په پام کې نیسو چې Kp دفشار تابع نه دی پس لیکو.

$$d\ Ln\ K_N / dP = -\Delta n / P$$

که د اولیه موادو د حجم او فشار د ضرب حاصل ($PV_1 = n_1 RT$) او د تعامل څخه د حاصل شویو موادو د حجم او فشار د ضرب حاصل ($PV_2 = n_2 RT$) وي. پس د تعامل په نتیجه کې د سیستم د حجم تغیر مساوي کیږي.

$$(V_2 - V_1) = (n_2 - n_1) RT . 1/P$$

$$(\Delta V / RT) = \Delta n / P$$

پس که د تعامل د تودوخې درجه ثابته وي نو ليکو چې:

$$(d Ln K_N / dP) = - \Delta V / RT \qquad (11 - 91)$$

اخري افاده د پلانک د معادلې په نوم يادېږي. د دې معادلې څخه معلومېږي چې که د تعامل څخه د حاصل شويو او په تعامل کې د داخل شويو موادو دمولو نو شمير يو شی ($\Delta n = 0$) وي نو په دې صورت کې د سيستم حجم تغير نه کوي ($\Delta V = 0$) او (91 – 11) معادله داسې ليکل کيږي:

$$d Ln K_N / dP = 0$$

دلته د فشار تغير کيمياوي تعامل پر تعادل تاثير نه لري. که په تعامل کې د داخل شويو موادو د مولونو شمير دحاصل شويوو موادو دمولونو د شمير څخه زيات وي ($\Delta n < 0$) نو دلته ($\Delta V < 0$) او (91 - 11) معادله داسې ليکل کيږي.

$$dLn K_N / dP > 0$$

ا خر ي افاده ښيي چې په دې حالت کې د فشار په زياتيدو د K_N قيمت

$$K_N = \frac{N_{(C)}^{m}}{N_{(A)}^{a} . N_{(B)}^{b}}$$

يعنې په پورتني کسر کې صورت د مخرج پر پرتله ډير زياتيږي.
يا په بل عبارت د مستقيم (←......) تعامل سرعت دمعکوس (..... →) تعامل د سرعت پ پرتله ډير زياتيږي. يعنې کيمياوي تعادل د تعامل دحاصلاتو په طرف (چې حجم ئې د لومړنيو موادو په پرتله کم دی) درنيږي او برعکس که د تعامل څخه د حاصل شويو موادو دمولونو شمير دلومړنيو موادو دنولونو د شمير په پرتله زيات وي. دلته ($\Delta n > 0$) او ($\Delta V > 0$) دې په دې حالتکی (91 – 11) معادله داسې ليکل کيږي

$$d.Ln K_N / dP < 0$$

دا خل تعادل د اولني موادو د جوړيدو په طرف (چې حجم ئې د حاصلاتو په پرتله کم دی) درنيږي.

پس ویلای شو که په یو تعامل کې شامل مواد ګازات وي نو دلته د فشار په کمیدو یا زیاتیدو د کیمیاوي تعادل د ثابت (K_p) قیمت تغیر کوي. د فشار په زیاتیدو د مستقیم او معکوس تعاملاتو له جملې هغه تعامل ډیر کړندی کیږي چې د هغې په نتیجه کې د سیستم حجم کمیږي. او د فشار په کمیدو هغه تعامل ډیر ګړندی کیږي چې د هغې په نتیجه کې د سیستم حجم زیاتیږي.

د لي- شاتلي پرنسیپ :

دا پرنسیپ د خوځند تعادل دپرنسیپ په نامه هم یادیږي. دلي شاتلي د پرنسیپ پر اساس کله چې یو کیمیاوي تعامل د تعادل په حال کې وي او د خارجي شرایطو له جملې څخه کوم یو تغیر وکړ ي نو د مستقیم او معکوس تعاملاتو څخه هغه تعامل ډیر چټک کیږي چې راغلی تغیر بیرته جبران کړای شي. مثلاً د امونیا د جوړیږو تعامل په پام کې نیسو.

$$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3 \qquad \Delta H = -46,2\ Kj\ mol^{-1}$$

ک په دغه تعا ل فشار زیات او د تودوخې درجه راټیټه کړو نو دلته تعادل د امونیا د جوړیدو په لور درنیږي ځکه د امونیا د جوړیدو تعامل اکزوترمیک او د دغه تعامل په نتیجه کې د سیستم حجم کمیږي. چې په دې ترتیب سیستم په خپله راغلی تغیر بیرته جبران کوي.

د کیمیاوي تعادل په هکله حل شوي سوالونه :

1- په ($P = 1,37996 \cdot 10^5\ N m^{-2}$, $t = 600\ °c$) شرایطو کې دفوسجین د انفکاک درجه ($\alpha = 0,9$) ده فوسجین دلاندې معادلې په اساس تجزیه کیږي

$$COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$$

که په دغه تعامل کې د شاملو موادو جزئ فشارونه په لاندې ډول وي

حالت	$P_{COCl_2}\ N.m^{-2}$	$P_{CO}\ N.m^{-2}$	$p_{Cl_2}\ N.m^{-2}$
1	$1,0133 \cdot 10^5$	$1,0133 \cdot 10^5$	$1,0133 \cdot 10^5$
2	$1,048 \cdot 10^5$	$2,026 \cdot 10^5$	$3,039 \cdot 10^5$
3	$1,048 \cdot 10^5$	$3,039 \cdot 10^5$	$3,039 \cdot 10^5$

د پورتني تعامل امکان په دغه دري واړو حالاتو کې وګوري

حل:

لمړي د فوسجين د تجزيې د تعامل د تعادل ثابت پيدا کوو

$$COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$$

$$n.(1-\alpha) \qquad n.\alpha \qquad n.\alpha$$

$$Kp = \frac{P(CO) \cdot P(Cl_2)}{P(COCl_2)}$$

$$P_i = N_i \cdot P_{tot}$$

$$P(CO) = P(Cl_2) = \frac{n\alpha}{n.(1+\alpha)} P_{tot}$$

$$P(COCl_2) = \frac{n.(1-\alpha)}{n.(1+\alpha)} \cdot P_{tot}$$

$$kp = \frac{P_{tot} \cdot \alpha^2}{1-\alpha^2} = \frac{1,3796 \cdot 10^5 \, (0,9)^2}{1-(0,9)^2} = 5,883 \cdot 10^5 \; N \, m^{-2}$$

اوس د (81 – 11) معادلي په اساس د $\Delta r G$ قيمت او د دغه قيمت له مخې د تعامل د لوري (امکان) ګورو

$$\Delta r G = 2,3 \, R \, T \left(\log \frac{P(CO) \cdot P(Cl_2)}{P(COCl_2)} - \log Kp \right)$$

$$\Delta r\ G_{(1)} = 2,3\ .\ 8,314\ .\ 873\ \left(\log \frac{1,0133 . 10^{5} . 1,0133 . 10^{5}}{1,0133 . 10^{5}} - \log 5,883\ .\ 10^{5} \right) = -\ 12,76\ \ kj$$

د ΔG د قیمت دمنفي علامي څخه معلومیږي چي پورتني تعامل دلمړي حالت په شرایطو کي ښي خواته په خپله امکان لري

$$\Delta r\ G_{(2)} = 2,3\ .\ 8,314\ .\ 873\ \left(\log \frac{2,026\ .\ 10^{5}\ .\ 3,039\ .10^{5}}{1,048\ .10^{5}} - \log\ 5,883\ .10^{5} \right) = 0$$

لیدل کیږي چي ددویم حالت په شرایطو کي پورتني تعامل د تعادل په حالت کي دي

$$\Delta r\ G_{(3)} = 2,3\ .\ 8,314\ .\ 873\ \left(\log \frac{3,039\ .10^{5}\ .\ 3,039\ .10^{5}}{1,048\ .10^{5}} - \log 5,853\ .10^{5} \right) = 2,93kj$$

$\Delta rG_{(3)} > 0$ دا معني لري چي د دریم حالت په شرایطو کي پورتني تعامل ښي خواته امکان نه لري ولي چپ خواته په خپله امکان لري

2 - لاندي د ایزومیرایزیشن تعامل په پام کي ونیسي

$$\text{Cis} - 2 - \text{butane} \rightleftharpoons \text{trans} - 2 - \text{butane}$$

د د غه تعامل د تعادل ثابت د تودوخي په (400 k)کي(K = 2, 0 7) دي ددغه تعامل د ګبس دانرژي ستندرد قیمت حساب کړي

حل :

$$\Delta r\overset{o}{G} = -\ R\ T\ Ln\ Kp = (-\ 8,\ 314\ j\ k^{-1} mol^{-1}).\ (400\ k).\ (Ln\ 2,07) = -\ 2,\ 42\ \ kj\ mol^{-1}$$

3 - د لاندي ایزو میرایزیشن تعامل د ګبس د انرژي ستندرد قیمت د تودوخي په 400 k کي

($\Delta r\overset{o}{G} = -\ 3,\ 6\ 7\ kj\ mol^{-1}$) دي . ددغه تعامل دتعادل ثابت حساب کړي

حل

:

$$\Delta r\overset{o}{G} = -\ R\ T\ Ln\ K$$

د پورتۍ معادلي انتي لوګارتم مساوي کیږي :

$$K = e^{-(\Delta r G / RT)} = e^{+3,67 \, . \, 10^{3} \, . \, j \, mol^{-1} / 8,314 \, j \, k^{-1} mol^{-1} (400 \, k)}$$

$$K = 3,01$$

4- لاندي کيمياوي تعامل ورکړل شوي دي

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2 \ (g)$$

د تودوخي هغه درجه پيدا کړي په کومه کي چي پورتني تعامل دتعادل حالت ته رسيږي

حل :

دسوال دحل په غرض فرض کوو چي دتودوخي مطلوبه درجه هغه درجه ده چي په هغي کي ددغه تعامل

$(K = 1)$ او د CO_2 فشار, $(P = 1 \ bar)$ دي پس د $Ln\,k = 0$ او د تعادل دحالت $(\Delta r \, G^{o} = 0)$ د پاره ليکو

$$\Delta r G^{o} = \Delta r H^{o} - T \Delta r S^{o} = 0 \quad , \quad (\Delta r H^{o} = T \Delta r S^{o})$$

که $(K = 1)$ وي نو د کلسيم کاربونيت د حرارتي انفکاک د تودوخي درجه مساوي کيږي

$$T = \frac{\Delta r H^{o}}{\Delta r S^{o}}$$

$$\Delta r H^{o} = (-635,09) - 393,51 - (-1206,9) \ kj \, mol^{-1} = +178,3 \ kj \, mol^{-1}$$

$$\Delta r S^{o} = (39,78) + (213,74) - (92,9) \ j \, k^{-1} mol^{-1} = +160,6 \ j \, k^{-1} mol^{-1}$$

$$T = \frac{178,3 \, . \, 10 \ j \, mol^{-1}}{160,6 \ j \, k \, mol^{-1}} = 1110 \ k \quad (840 \ c^{o})$$

کيمياوي پوتانسل μ :

د يو مول خالصي کيمياوي مادي ايزوبار ايزوترميک پوتانسيل دهغي مادي د کيمياوي پوتانسيل په نامه ياديږي:

$$\mu = G_{tot} / n \qquad (11-103)$$

په دې افاده کې μ کیمیاوي پوتانسیل n د مولو شمیر او G tot د یوې خالصې مادې ایزوباد ایزوترمیک پوتانسیل ښیي.
کیمیاوي تعادل او د کتلې د عمل قانون د کیمیاوي پوتانسیل په واسطه هم افاده کیدای شي . مخکې مو د G او F ترمودینامیکي پوتانسیلو نه د جدا او منفردو موادو د پاره مطالعه کړل او ومو لیدل چې د جدا او منفردو موادو ترمودینامیکي پوتانسیلونه هر یو د یو جوړه خارجي شرایطو تابع دي.

$$dG = -SdT + VdP \qquad G = f(T, P)$$

$$dF = -SdT + PdV \qquad F = f(T, V)$$

$$G = U - TS + PV$$

$$F = U - TS$$

په پورتنیو افادو کې (V ، U) او (S) د کتلې د تغیر سره متناسب تغیر کوي او U او S د سیستم د ترکیب د تغیر سره هم تغیر کوي.
بعضي جریانات لکه کیمیاوي تعامل او د انحلال عملیه په څو کمپونته سیستم کې اجرا کیږي. په دې جریاناتو کې د سیستم کتله او ترکیب دواړه تغیر کوي چې د هغې سره د G او F په قیمتونو کې متناسب تغیر راځي. پس ترمودینامیکي پوتانسیلونه په څو کمټپوننته سیستمونو کې یوازې د P او T تابع نه بلکه د هغه سیستم د اجزاوو د مولونو د شمیر تابع هم دي. یعنې لیکو چې

$$G_{tot} = f(P, T, n_1, n_2, n_3, ...) \qquad (11-104)$$

$$F_{tot} = f(V, T, n_1, n_2, n_3 ....) \qquad (11-105$$

که د (11 – 104) معادلې مکمل د تغیر نسیال ونیسو نو لیکو چې

$$dG = \left(\frac{\partial G_{tot}}{\partial T}\right)_{p,ni} . dT + \left(\frac{\partial G_{tot}}{\partial P}\right)_{T,\, ni} . dP + \left(\frac{\partial G_{tot}}{\partial n_1}\right)_{p,\, T,\, ni \neq n_1} . dn_1$$

$$+ \left(\frac{\partial G_{tot}}{\partial n_2}\right)_{p,\, T,\, ni \neq n_2} . dn_2 + ... \qquad (11-105)$$

د جدا او منفردې مادې د پاره (چې ترکیب ئې ثابت دی) لیکو :

$$dG_{tot} = -S\,dT + V\,dP \;... \qquad (11-106)$$

$$(\partial G_{tot} / \partial P)_{T,\,n_i} = V_{tot}$$

$$(\partial G_{tot} / \partial T)_{p,\,n_i} = -S_{tot}$$

که د څو کمپوننته سیستم فشار او د تودوخې درجه ثابته پاتې شي او د یو کمپوننت د مولونو د شمیر پرته نور د ټولو کمپوننتو د مولونو شمیر هم ثابت پاتې شي نو په دی شرایطو کې د سیستم د G تغیر د هغه سیستم د کیمیاوي پوتانسیل په نامه یادیږي. یعنې لیکو چې:

$$(\partial G_{tot} / \partial n_i)_{p,T,n_j} = \mu_i \qquad (11-107)$$

په اخري افاده کې i د μ_i د (i) مادی د کیمیاوي پوتانسیل په نامه یادیږي. μ_i د سیستم د ګبس د انرژۍ د هغه تزاید سره مساوي دی چې په څو کمپوننته سیستم کې د (i) کمپوننت د یو مول د اضافه کولو په نتیجه کې رامنځ ته کیږي نو ځکه کیمیاوي پوتانسیل د جزئي مولي ګبس انرژي په نامه هم یادیږي* . مثلاً که د څو مادو زیات شمیر مولونه په یو یو سیستم کې موجود دي. اوس که په دغه سیستم کې فقط د یوې مادې یو مول اضافه شي واضح ده چې د سیستم T , P او ترکیب دومره زیات تغیر نه کوي ولې د سیستم د ګبس انرژۍ یو څه تغیر کوي او زیاتیږي. د ګبس د انرژۍ دغه زیاتوالی د هغه کمپوننت د کیمیاوي پوتانسیل په نامه یادیږي . اوس د Vtot , Stot او μ_i. افادې په پام کې نیسو او (11 – 105) (١١ – ١٠٥) داسې لیکو:

$$dG_{tot} = V_{tot} \cdot dP - S_{tot} \cdot dT + \mu_1 dn_1 + \mu_2 dn_2 \ldots\ldots \quad (11-108)$$

په عین ترتیب ثبوتیږي چې:

$$dF_{tot} = -P_{tot} \cdot dV - S_{tot} \cdot dT + \mu_1 \cdot dn_1 + \mu_2 \cdot dn_2 \ \ldots \quad (11-109)$$

(11 – 109) او (11 – 108) معادلې د څو کمپوننته سیتم د ګبس انرژۍ او د هلمهولتز د انرژۍ مشخص ارتباط د مستقلو متحولینو سره ښیي.

1 - که جریان د تودوخې په ثابته درجه او د ثابت فشار لاندی اجرا کیږی نو دلته

(11 – 108) معادله داسې شکل نیسي.

$$(dG_{tot})_{p,T} = \sum \mu_i dn_i \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (11-108)'$$

۲ - که جریان د ثابت حجم او د تودوخې په ثابته درجې کې صورت مومي نو لیکو چې:

$$(dF_{tot})_{V,T} = \sum \mu_i . dn_i \text{..........} \qquad (11-109)$$

پس په څو کمپو ننته سستم کې د یو جریان دتعادل شرایط دادي

$$(dG_{tot.})_{P,T} = \sum \mu_i \, dn = 0$$

$$(dF_{tot})_{V,T} = \sum \mu_i \, dn = 0$$

د کیمیاوي پوتانسیل ارتباط د فشار او غلظت سره:

د یو مول خالص ایدیال گاز ایزوبار ایزو ترمکپوتانسیل مساوي کیږي :

$$G_{mi} = \mu_i \qquad (11-110)$$

په پورتني افاده کي G_{mi} د یو مول خالص گاز د گبس انرژي او μ_i د هغه گاز کیمیاوي پوتانسیل ښيي

د (11 – 106) افادي په اساس لیکو

$$(\partial G / \partial P)_T = V_m \qquad (11-111)$$

---

*د څو کمپوننته سیستم د گبس انرژي G او د هغه سیستم د هر کمپوننت د کیمیاوی پوتانسیل μ_i و د هر کمپوننت د مولونو د شمیر n_i تر منځ ارتباط په لاندې ډول دی:

$$G = n_1 G_{m(1)} + n_2 G_{m(2)} + \text{.........}$$

$$G = n_1 \mu_1 + n_2 \mu_2 + \text{..........}$$

$$dG = Vm \, . \, dP$$

د ایدیال گاز دپاره لیکو

$$Vm = RT / P$$

پس :

$$d\mu = dGm = (RT / P) dP$$

اوس که د ایدیال گاز فشار د (P = 1 atm) څخه Pi ته تغیر وکړي نو د اخري معادلې انتګرال نیسو او لیکو

$$\mu i - \mu \overset{o}{i} = Gm - G\overset{o}{m} = RT Ln (Pi / P = 1)$$

$$\mu i = \overset{o}{\mu} + RT \, Ln \, Pi \quad ... \quad (11 - 112)$$

په اخري .معادلو کې $\overset{o}{\mu} i$ او $\overset{o}{G} m i$ د i مادې ستندرد کیمیاوي پوتانسیل او ستندرد مولي ایزوبار ایزوترمیک پوتانسیل ښیي. او Pi د هغه ګاز جزئي فشار افاده کوي.

په عین ترتیب د ایزوخار ایزوترمیک پوتانسیل او کیمیاوي پوتانسیل تر منځ رابطي څخه په ایدیال محلول کې د حل شوي مادې د غلظت Ni او په محلول کې د هغه مادې کیمیاوي پوتانسیل تر منځ اړیکې دا ډول لاس ته راځي:

$$\mu i = \overset{o}{\mu} i + RT \, Ln \, Ni$$

$$(11 - 113)$$

$$\mu i = \overset{o}{\mu} i + RT \, Ln \, Ci$$

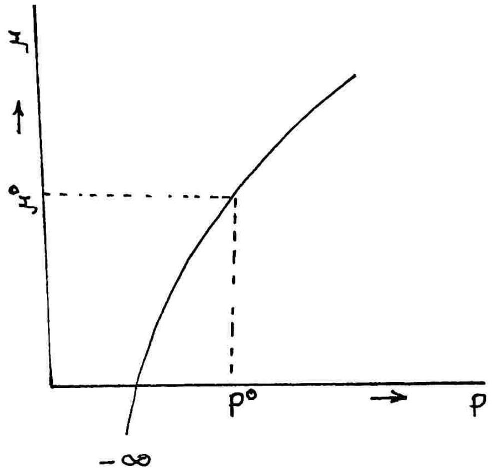
دا چې حقیقي ګازاتو کې د کیمیاوي مادې د جزئي فشار پر ځای د هغه مادې د مفریت f څخه استفاده کوي نو (113 - 11) معادل د حقیقي ګازاتو دپاره داسې لیکو:

$$\mu i = \overset{o}{\mu} i + RT \, Ln f i \; .... \quad (11 - 114)$$

او په حقیقي محلولو کې د غلظت پر ځای د فعال غلظت یا د حل شوي مادې د فعالیت د مفهوم (a) څخه استفاده کیږي نو (113 - 11) افاده د حقیقي محلولو دپاره داسې لیکل کیږی

$$\mu i = \overset{o}{\mu} i + RT \, Ln \, ai \quad (11 - 115$$

د کیمیاوي پوتانسیل ستندرد قیمت($\overset{o}{\mu} i$) یوازې د تودوخې د درجې تابع دی او د هغې عددي قیمت د هرې حل شوي مادې دپاره په هر محلل کې معین او ثابت دی. په (18 - 11) شکل کې د فشار سره د کیمیاوي پوتانسیل μ ارتباط ښودل شوی دی.



شکل (11 – 1)

د ایدیال گاز کیمیاوی پوتانسیل د $Ln\ P$ سره مستقیم تناسب لري د μ ستندرد قیمت په P^{o} کي لاس ته راځی د فشار په لاکمیدو ($P \to 0$) د μ قیمت $-\infty$ ته نژدي کیږي

دریم فصل

د خالصو موادو فازي اوښتون

د کلاپیرون–کلاوزوس معادله

که د یوې خالصې کیمیاوي مادې دوه (1) او (2) فازه د تعادل په حال کې وي نو دلته څه ماده د (1) فاز څخه (2) فاز ته او هم څه ماده د (2) فاز څخه بیرته (1) فاز ته اوړي. دغه پیښه د فازي اوښتون په نامه یادیږي. مثلاً د جامد شي مایع کیدل او یا د مایع جامد کیدل. همدا راز د مایع بړاس کیدل او هم د یوې مادې د یو ډول کرسټل د همغې مادې په بل ډول کرسټل اوښتل د فازي اوښتونو په جمله کې راځي. که د تودوخې په ثابته درجه او د ثابت فشار لاندې د یوې خالصې کیمیاوي مادې دوه فازه د تعادل په حالت کې وي او د دغه مادې یو مول د (1) فاز څخه (2) فاز ته لاړ شي. نو که د دغه یو مول خالصې مادې داخلي انرژۍ په (1) فاز کې په (U_1) او په

(2 فاز کې په (U 2) وښودل شي نو د ترموديناميک د لمړي او دويم قانون د شريکې معادلې په اساس د تعادلي حالت دپاره ليکو:

$$\Delta U = T \Delta S - P \Delta V$$

$$U_2 - U_1 = T(S_2 - S_1) - P(V_2 - V_1)$$

$$U_2 - TS_2 + PV_2 = U_1 - TS_1 + PV_1$$

$$G_2 = G_1 \quad (111 - 1)$$

$$\mu_2 = \mu_1 \quad (111 - 2)$$

په (111-1,2) افادو کې G_1 او μ_1 په (1) فاز کې د خالصې مادې د يو مول د گبس د انرژۍ او د کيمياوي پوتانسيل قيمتونه G_2 او μ_2 په (2) فاز کې د دغه مادې د يو مول د گبس د انرژۍ او د کيمياوي پوتانسيل قيمتونه ښيي. (111 - 2) افاده ښيي چې که د يوې مادې دوه فازه د تعادل په حالت کې وي نو د هغې مادې کيمياوي پوتانسيل په دغه دواړو فازونو کې يو شی(مساوي) وي که د يوې مادې کيمياوي پوتانسيل په دوه فازونو کې فرق ولري نو دلته کيمياوي ماده د هغه فاز څخه چې هلته ئې کيمياوي پوتانسيل زيات دی و هغه فاز ته چې هلته ئې کيمياوي پوتانسيل کم دی په خپله اوړي. د تودوخې د درجې سره د خالصې کيمياوي مادې د جامد ، مايع او گاز د فازونو د کيمياوي پوتانسيل ارتباط په (111 - 1 ش) کې ښودل شوی دی. که د فازي تعادل په وخت کې د سيستم د تودوخې درجه د dT په اندازه او خارجي فشار ئې د dP په اندازه تغير وکړي نو واضح ده چې د دغه سيستم د گبس انرژي هم تغير کوي. که دغه تغير په dG وښودل شي نو د تعادل په شرايطو کې ليکو:

$$G_2 + dG_2 = G_1 + dG_1$$

دا چې د تعادل په وخت کې $G_2 = G_1$ دی نو ليکلای شو چې:

$$dG_1 = dG_2$$

اوس (11 – 61) معادله په پام کې نيسو او ليکو:

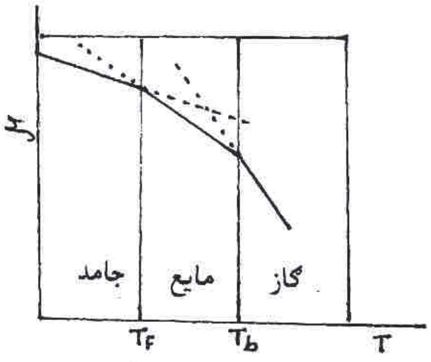
$$-S_1\,dT + V_1\,dP = -S_2\,dT + V_2\,dP$$

د (11 – 4.2) معادلې په پام کې نيولو سره ليکو چې:

$$\Delta S^* = \Delta H^* / T$$

$$dP/dT = \Delta H^*/T^*\Delta V \quad (111-3)$$

(3 – 111) افاده د کلاپیرون – کلاوزوس د معادلې په نامه یادیږي.
په دغه افاده کې *H Δ هغه مقدار تودوخه ښي چې د یو فاز څخه و بل فاز ته د یو مول خالصې کیمیاوي مادې د اوښتلو دپاره ضرور ده. *T د تودوخې درجه ده چې د ثابت فشار لاندې د خالصې کیمیاوي مادې د یو فاز په بل فاز د اوښتو په جریان کې ثابته پاتې کیږي. د خالصې کیمیاوي مادې د فازي اوښتون په جریان کې که فشار د dP په اندازه تغیر وکړي نو *T هم د dT په اندازه تغیر کوي خو د دغه کمیتو نسبت (dP / dT) ثابت پاتې کیږي. به (11-9) جدول کې د یو شمیر موادو د فازي اوښتون تودوخې او به (1 -111) شکل کې د خالصو کیماوي موادو د مختلفو فازونو د μ شیماتك ارتباط د تودوخې د درجې سره ښودل شوي دي



(1 - 111) شکل
: دخالص کیمیاوي مادی دفازونو دکیمیاوی پوتانسیل او د تودوخې د درجې ارتباط

د تبخیر یا بړاس کیدو عملیه :

د کلاپیرون – کلاوزوس معادله د تبخیر د عملیې دپاره داسې لیکو :

$$\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta_{vao} H^*}{T_{vap}(V_2 - V_1)} = \frac{\Delta_{vap} H^*}{T_{vap}\ \Delta V} \quad (111\text{-}4)$$

د تبخیر عملیه اندوترمیک او د تبخیر د تودوخې علامه مثبت ($\Delta H_{vap} > 0$) ده. د بلې خوا د

يوې کيمياوي مادې د معينې کتلې د بخار حجم (V_2) د همغه کتلې د مايع د حالت د حجم (V_1) څخه زيات دی ($V_2 - V_1 = \Delta V > 0$) .

نو ليدل کيږي چې د (3 – 111) افادې ښی طرف مثبت دی پس د هغې چپ طرف هم بايد مثبت وي يعنې ليکو چې

$$dP / dT > 0$$

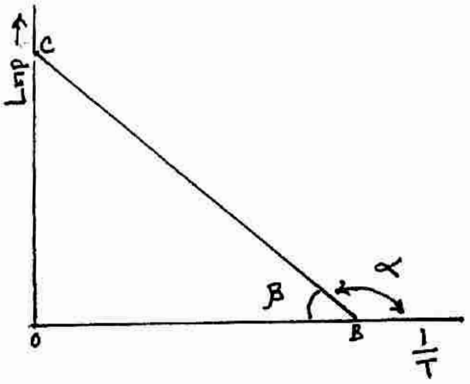
يعنې د خارجي فشار په زياتيدو سره د خالصې کيمياوي مادې د تبخير (غليان) د تودوخې درجه لوړيږي ($dT > 0$) او د خارجي فشار په کميدو سره د هغې مادې د غليان نقطه راټيټيږي. دا چې د يوې مادې د معين مقدار کتلې د گاز د حالت حجم د مايع د حالت د حجم په پرتله ډير زيات ($V_2 >> V_1$) دی نو دلته د مايع د حالت د حجم څخه صرف نظر کوو او (3 -111) معادله داسې ليکو :

$$dP / dT = \Delta_{vap}H / T_{vap} . V(g)$$

د تودوخې په لوړو درجو کې او د ټيټ فشار لاندې د گاز فاز يو ايډيال گاز فرض کولای شو او ليکو چې

$$V_{vap} = RT / P$$

$$dP / dT = \frac{\Delta_{vap} H}{T_{vap} \times \frac{RT}{P}} = \frac{\Delta_{vap} H \, . \, P}{RT^2} \qquad (111\text{-}4)$$



(12 – 111) شکل :د خالصې کيمياوي مادې د مشبوع بخار دفشار (Ln P) اود (1 / T) ارتباط

که د تودوخې د درجې او فشار د کم تغیر سره د تبخیر تودوخه ثابته پاتې شي نو لیکو :

$$\int_{P_1}^{P_2} dP / P = (\Delta_{vap} H / R) \int_{T_1}^{T_2} dT / T^2$$

$$Ln (P_2 / P_1) = -(\Delta_{vap} H / R) (1 / T_2 - 1 / T_1) . \quad ..(111\text{-}4)'$$

په اخري معادله کې T_1 د P_1 فشار لاندې د خالصې کیمیاوي مادې د غلیان نقطه او T_2 د P_2 فشار لاندې د همدغه مادې د غلیان (بخار کیدو) د تودوخې درجه ښیي.
بعضې کیمیاوي مواد د تودوخې په لوړو درجو کې تخریبیږي پس دغسې مواد د تودوخې په لوړه درجو کې نشو تقطیر کولای. دلته د تودوخې هغه درجه چې په هغې کې دغه کیمیاوي ماده نه تخریبیږي (T_2) انتخابوو او بیا د (4 – 111) معادلې څخه د P_2 فشار یعنې هغه خارجي فشار چې په هغې کې دغه ماده د T_2 په درجه کې غلیان وکړي پیدا کوو چې په دې ترتیب یوه کیمیاوي ماده د تودوخې په ټیټه درجه کې تقطیر کولای شو.
که د (4 – 111)معادلې غیر معیین انتګرال ونیول شي نو لیکو:

$$Ln\ P = - (\Delta_{vap}\ H / RT) + C \quad (111\text{-}5)$$

اوس که $A = (\Delta_{vap}\ H / R)$ وضع شي نو اخري معادله داسې لیکو:

$$Ln\ P = - A / T + C \quad (111 - 5)$$

اخره معادله د $Ln\ P$ او ($1 / T$) خطي ارتباط ښيي (2/-111 – شکل). د دغه معادلې څخه معلومیږي چې د تودوخې د درجې په لوړیدو سره د خالصې کیمیاوي مادې د مشبوع * بخار فشار لوړیږي. پس که د یوې خالصې کیمیاوي مادې د مشبوع بخار فشار د تودوخې په څو درجو کې اندازه شي او بیا د (2– 111) شکل ګراف رسم شي نو د دغه ګراف له مخې د دغه مادې د تبخیر تودوخه($\Delta_{vap}\ H$)په لاندې ډول لاس ته راوړو.

....

* **کله چې** د یوې مایع د بخار فشار د خارجي فشار سره مساوي شي نو مایع په غلیان را ځي یو څه مایع په بخار اوړي او په دغه اوښتون کي تعادل را منځ ته کیږي په دغه شرایطو کي د مایع بخار د مشبوع بخار په نامه او د دغه بخار فشار د مشبوع بخار دفشار په نامه یادیږي

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

$$tg\,\beta = (OC / OB) = \Delta_{vap} H / R$$

$$\Delta_{vap} H = R \,.\, tg\,\beta = 1{,}987 \,.\, tg\,\beta \quad cal \quad (111-6)$$

په (5 – 111) معادله کې انتیګرال ثابت (C) لاندې فزیکي مفهوم لري : که په دغه معادله کې T د (P = 1 atm) فشار لاندې د خالصې کیمیاوي مادې د غلیان نقطه($T_{vap} = T_b$) وي نو لیکو:

$$0 = (-\,\Delta_{vap} H / R\,T_b) + C$$

$$C = \Delta_{vap} H / R\,T_b$$

$$\Delta_{vap} H / T_b = C \cdot R = \Delta_{vap} S \;......\; (111-7)$$

$\Delta_{vap} S$ په اخره معادله کی د یو مول بخار د جوړیدو په نتیجه کې د سیستم د انتروپي تغیر ښئي. که د انتګرالي ثابت دا قیمت په پام کې ونیسو نو (5 – 111) معادله داسې لیکو:

$$\log P = -\,\Delta_{vap} H / 2{,}303\,R\,T + \Delta_{vap} S / 2{,}303\,R \;...\; (111\text{-}8)$$

که د T_1 او T_2تر منځ د تودوخې په څو درجو کې د $L\,n\,P$ څو قیمتونه پیدا او د دغه قیمتونو په مرسته د (8 – 111) معادلې په اساس د $\Delta_{vap} H$ څو قیمتونه محاسبه او بیا دT_1 او T_2 تر منځ د $\Delta_{vap} H$ متوسط قیمت پیدا شي نو بالاخره کولای شو چې د (8- 111) معادلې له مخې د مربوطه خالصې کیمیاوي مادې د $\Delta_{vap} S$ قیمت محاسبه کړو.

سوال-دمیتا یل الکهول د بخارفشار دتودوخی په $20^{\circ}c$ درجه کی 94 mmHg اوپه $40^{\circ}c$ کي 259,4 mmHg دی دحرارت د 20او 40درجو تر منځ د متا یل الکهول دتبخیر دحرارت متوسط قیمت پیدا کړی.

حل :

د (4- 111) معادلی په اساس لیکو :

$\Delta_{vap} H = (R T_1 T_2 / T_2 - T_1) \; Ln \; P_2 / P_1 = (1,987 . 293 . 313 . 2,3 / 20). \; \ell og(295,4 / 94)$

$\Delta_{vap} H = 942,41 \; cal . mol^{-1}$

سوال : دسینیل د تیزاب دبخار فشار (N / M^2) دحرارت ددرجی سره داسی اړیکی لری

$$\ell og P = 9,16 - (1237 / T) \quad ..... \quad (a)$$

د نوموړی تیزاب د تبخیر حرارت پیدا کړی

حل :

که دعادی فشار ($P = 1 \; atm = 1,0133 . 10^5 \; N / M^2$) لاندی دسینیل د تیزاب دغلیان درجه Tb وی نو لیکو :

$$\ell og \; 1,0133.10^5 = 9,16 - 1237 / T_b$$

$$T_b = 299 K$$

(4 - 111) معادلي له مخي ليکو

$$\Delta_{vap} H = (dLn P / dT) . R T^2$$

د (a) معادلی څخه لیکو :

$$Ln P = 9,16 - 1237 . 2,3 / T$$

$$d.Ln P / d T = 2,3 . 1237 / T^2$$

پس لیکو:

$$\Delta_{vap} H = 2,3 . 1237 . 8,314 . 10^3 = 2,37 . 10^7 \; j \; kmol^{-1}$$

سوال : دتودوخي په $0^o c$ کي د بنزول دتبخير تودوخه ($7810 \; Cal \; mol^{-1}$) ده اود $0^o c$ څخه تر $80^o c$ پوري دبنزول دبخار مخصوص حرارتي ظرفيت (0 , 2 99 Cal g) او همدا رنګه د مايع بنزول متوسط حرارتي ظرفيت د تودوخي په دغه واټن کي (411,0 Cag g k) دي ديو مول بنزين دتبخير تودوخه د تودوخي په 80 c کي پيدا کړي

حل :

دتودوخي ددرجي سره دفازي اوښتون دتودوخي ارتباط دکرچ هوف دمعادلي په اساس په لاندي ډول دي

$$\Delta vapH = \lambda$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 + \int_{T1}^{T2} \Delta Cp\, d T = \lambda_1 + \Delta Cp\, T \Big|_{T1}^{T2}$$

$$\Delta Cp = [\ Cp_{(g)} - Cp_{(L)}\ ] . 78 = (10 , 299 - 0{,}411) . 78 = - 8, 736 \text{ Cal k mol}^{-1}$$

$$\lambda_1 = 7810 \text{ Cal mol}$$

$$T_1 = 0 + 273 = 273 \text{ k}$$

$$T_2 = 80 + 273 = 353 \text{ k}$$

$$\Delta vap H_{(353)} = \lambda_{(353)} = 7810 - 8{,}736 (353 - 273) = 7111 ,12 \text{ Cal mol}^{-1}$$

د خالصو کیمیاوي موادو د ویلي کیدو عملیه

د ویلي کیدو عملیه اندوترمیک ده او د ویلي کیدو د تودوخي ($\Delta f H$) علامه مثبت نیول کیږي. سر بیره پردې د کیمیاوي موادو (د اوبو او بسموت پرته) د مایع حالت حجم V_2 د جامد د حالت د حجم V_1 څخه زیات ($\Delta V > 0$) دی پس د کلاپیرون – کلاوزوس معادله د ویلي کیدو د عملې دپاره داسې لیکو:

$$d.P / d T = \Delta_f H / T_f (V_2 - V_1) = \Delta_f H / T_f \Delta V \qquad (111- 3´)$$

د (3´ – 111) معادلې ښی طرف مثبت دی پس د هغې چپ طرف هم باید مثبت وي. د دې خبرې معنی دا ده چې که فشار په سیستم د dP په اندازه زیات کړو نو د هغې مادې د ویلي کیدودتودوخي درجه د dT په اندازه لوړیږي او برعکس که پر یوې مادې خارجي فشار د dP په اندازه کم کړو نو د هغې مادې د ویلي کیدو د تودوخي درجه د dT په اندازه راټیټیږي. ولې په اوبو او بسموت کې دا خبره بر عکس ده . دا ځکه چې د اوبو د کنګل حجم د مایع اوبو د حجم څخه زیات او ($V_2 - V_1 = \Delta V < 0$)دی نو د پورتنی.

معادلې ښی طرف منفي دی پس د هغې چپ طرف هم باید منفي وي یعی کړ($dP > 0$) وي نو $dT < 0$) اوکه ($dP < 0$)وي نو ($dT > 0$) کیږي.

مثا ل: په عادي شرایطو کې د اوبو او د کنګل مخصوص حجمونه په ترتیب سره 1,0001 او 1,0908 سانتي متر مکعب في ګرام دی. او د کنګل د ذوب مخصوص حرارت $79,7\ cal\ g$ دی که پر کنګل خارجي فشار د یو اتو مو سفیر په اندازه زیات شي نو د کنګل دذوب د تودوخي ددرجي تغیر حساب کړي

حل :

$$\Delta V = 1,0001 - 1,0908 = -0,0907\ cm^3\ g^{-1}$$

$$\Delta T_f / \Delta P = T_f\ \Delta V / \Delta_f H$$

$$\Delta T_f = \frac{T_f \cdot \Delta V \cdot \Delta p}{\Delta_f H} = \frac{273,15\ k \cdot 0,0907\ cm^3\ g^{-1} \cdot atm}{79,7\ cal \cdot g^{-1}}$$

$$= -0,00753\ K$$

د پورتنی محاسبې څخه معلومیږي چې که پر کنګل خارجي فشار د یو اتوموسفیر په اندازه زیات شي نو د اوبو د ویلي کیدو د تودوخې درجه د $0,00753\ c^o$ په اندازه راټیټیږي.

سوال : د المونیم دتودوخي ظرفیت د تودوخي ددرجي سره داسي اړیکي لري:

$$Cp = 0,183 + 1,096 \cdot 10^{-4}\ T$$

المونیم د تودوخي په $658,5\ c^o$ کي ذ وب کیږي چي دذوب تودوخه ئ $42,7\ Cal\ g^{-1}$ ده که المونیم دتودو خي په $25\ c^o$ کي واقع وي نو حساب کړي چي د $500\ g$ المونییم د ذوب دپاره چومره تودوخه ضرور ده

حل :

لمړي باید المونیم د $25\ c^o$ څخه تر $658,5\ c^o$ پوري ګرم شي چي دلته د Q_1 په اندازه تودوخي ته ضرورت دي

$$Q_1 = 500 \cdot q_1$$

q_1 هغه مقدار تودوخه ده چي د $25\ c^o$ څخه تر $658,5\ c^o$ پوري د یو ګرام المونیم دګرمولو دپاره ضرورده

$$q_1 = \int_{T1}^{T2} Cp\, dT = \int_{298}^{931,5} (0,1830 + 1,096 .10^{-4} T)\, dT$$

$$q_1 = 0,183 (931,5 - 298) + (1,096 / 2).10^{-4} [(931,5)^2 - (298)^2] =$$

$$= 158,62 \text{ Cal}$$

هغه مقدار تودوخه چي ديو گرام المونيم د ذوب دپاره مصرفيږي په q_2 ښيو . پس د 500 گرامه المونيم دذوب دپاره د Q_2 په اندازه تودوخه ضرور ده پس ليکو

$$Q = q_2 .500$$

هغه مقدار تودوخه چي د 500 گرامه المونيم دپاره ضرور ده چي تر $658,5\ c^{o}$ پوري گرم او بيا ويلي شي په Q ښيو او ليکو :

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q = (q_1 + q_2) . 500$$

$$Q = (158,62 + 92,4).500$$

$$Q = 125510 \text{ Cal} = 125,5 \text{ k Cal}$$

سوال : دتودوخي په 371 k کي د 750 kg فلزي سوديم د ويلي کيدو دپاره څومره تودوخه ضرور ده دسوديم دويلي کيدو تودوخه دجدول له مخي $2,60\ kj\ mol^{-1}$ ده

حل :

$$Q = n \lambda$$

$$n = 750 . 10^{3}\ g / 22,99\ g\ mol^{-1} = 3,262 . 10^{4}\ mol$$

$$\lambda = 2,60\ kj\ mol^{-1}$$

$$Q = (3,262 . 10^{4}\ mol).(2,60\ kj\ mol^{-1}) = 8,48 . 10^{4}\ kj$$

سوال : دقلعی دذوب په درجه ($231,9\ ^{o}c$)کی د جامد او مایع قلعی کثافتونه په ترتیب 6,988 . 7,184 گرام فی سانتی متر مکعب اود قلعی دذوب حرارت 1690 کالور فی مول دی

د 100اتوموسفیر فشار لاندی دقلعی دذوب درجه پیدا کړی
حل :

دخالصی کیمیاوی مادی دذوب درجه د (3 - 111) معادلی په اساس په لاندی ډول پیدا کوو

$$dP/dT = \Delta H / T . \Delta V$$

$$\Delta V = (1/6,988) - (1/7,184)$$

$$R = 1,987\ cal\ k^{-1}\ mol^{-1} = 82,0597\ cm^{3} . atm\ k^{-1}\ mol^{-1}$$

$$\Delta H = (1690 . 41,3 / 118,7)\ cm^{3} . atm\ . g^{-1}$$

$$dT/dP = \frac{(231,9 + 273)\left(\frac{1}{6,988} - \frac{1}{7,184}\right) 118,7\ g}{1690 . 41,3} =$$

$$= 3,35 . 10^{-3}\ k . atm^{-1}$$

پس د 100اتوموسفیر فشار لاندی د قلعی دذ وب درجه مساوی کیږی :

$$t = 231,9 + 3,35 . 10^{-3} \cdot 99 = 232,23\ ^{o}c$$

په غیر متجانس سیستم کې بین الفازي تعادلات:

هغه سیستم چې د دوه یا زیاتو فازونو څخه جوړوي غیر متجانس سیستم بلل کیږي. غیر متجانس سیستم کیدای شي یو کمپوننته یا څو کمپوننته وي. د یو سیستم د جوړښت هغه اجزاوې چې د هغو غلظت د متعادل سیستم ترکیب جوړ کړای شي د هغه سیستم د کمپوننتو په نامه یادیږي. یو سیستم چې د څو کیمیاوي موادو څخه جوړ دی په پام کې نیسو. هغه ماده چې کیدای شي د دې سیستم څخه جدا او مستقله موجوده شي د دغه سیستم د جوړښت د جز په نامه یادیږي. مثلاً په اوبو کې د مالګې محلول په پام کې نیسو. د ا چې اوبه او مالګه دواړه د دې محلول څخه بهر جدا او هره ماده مستقله پیدا کیدای شي پس اوبه او مالګه د مالګې د محلول اجزا دي . ولې پوهیږو چې مالګه د اوبو په محلول کې د Na^+ او Cl^- ایونو په شکل موجوده وي خو دغه ایونونه د دې محلول څخه جدا او مستقل نه پیدا کیږي پس دغه ایونونه د دې محلول د جوړښت ا جزا نه حسابیږي. د بلې خوا مالګه په اوبو کې فقط حلیږي او د اوبو سره کوم کیمیاوي تعامل نه کوي پس د دې سیستم د جوړښت د اجزاو شمیر د دغه سیستم کمپوننتو د شمیر سره مساوي دی یعنې اوبه او مالګه د مالګې د محلول کمپوننتونه هم دي. اوس لاندې کیمیاوي تعامل د تعادل په حال کې په پام کې نیسو.

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

ښکاري چې د دغه سیستم د جوړښت د اجزاؤ شمیر درې دی ولې د دغه درې اجزاؤ څخه فقط دوه ئې (: انتخاب ئې زموږ په خوښه دی) کولای شي د ټول سیستم ترکیب منځ ته راوړي پس د دغه سیستم د کمپوننتو شمیر دوه دی.

یعنې پورتنی سیستم دوه کمپوننته سیستم دی. که د پورتني سیستم د اجزاؤ تر منځ یو بل شرط (: یوه بله معادله) هم وي. مثلاً :

$$[H_2] = [I_2]$$

په دی شرایطو کې پورتنی سیستم یو کمپوننته دی یعنې دلته یوازی HI کولای شي د پورتني سیستم ترکیب په پورتنیو شرطونو منځ ته راوړي.

د یو سیستم د کمپوننتونو شمیر (n) په لاندې افاده کې ښودل شوی دی.

$$n = q - K \quad \ldots \quad (III-9)$$

دلته q د سیستم د جوړښت اجزا او K د سیستم د اجزاؤ تر منځ د معادلو شمیر ښئي.

که د سیستم د کمپوننتو تر منځ کیمیاوي تعامل صورت نه نیسي او یوازې د سیستم د **متعادلو فازونو تر منځ** د کمپوننتونو د مالیکولو نو تګ راتګ په متعادل ډول موجود وي. دا ډول **تعادل د بین الفازي تعادل په** نامه یادیږي.

د (109 – 11) معادلې په اساس د څو کمپوننته سیستم د بین الفازي تعادل دپاره لیکو چې:

$$dG = \Sigma \mu_i dn_i$$

اوس په څو کمپوننته سیستم کې دوه متعادل فازونه (1) او (11) په پام کې نیسیو او فرض کوو چې د dn_i په اندازه د i کمپوننت د (1) فاز څخه (11) فاز ته ځي. دلته د دغه کمپوننت د ګبس انرژي په دواړو فازونو کې تغیر کوي. که په (1) فاز کې ئې د ګبس د انرژۍ تغیر په dG^{1} او په (11) فاز کې د ګبس د انرژۍ تغیر په dG^{11} او د سیستم د ګبس د انرژۍ ټول تغیر په dG وښودل شي نو لیکو چې:

$$dG = dG_i^{1} + dG_i^{11} = \mu^{1} dn_i^{1} + \mu^{11} dn_i^{11}$$

دا چې د dn_i په اندازه د i ماده د (1) فاز څخه تللې او په (11) فاز اضافه شوې ده پس لیکو چې:

$$dn_i^{11} = - dn_i^{1}$$

$$dG = \mu_i^{1} . dn_i^{1} + \mu_i^{11} . dn_i^{11} = \mu_i^{11} . dn_i^{11} - \mu^{1} . dn_i^{11}$$

$$dG = dn_i^{11} (\mu_i^{11} - \mu_i^{1})$$

د تعادل په شرایطو کې لیکو چې:

$$dG = 0$$

$$\mu_i^{11} = \mu_i^{1} \qquad (11|-10)$$

د اخري افادې څخه معلومېږي چې که یو سیستم د (i) د مادې د دوه متعادلو فازو نو څخه جوړ وي نو د (i)د مادې کیمیاوي پوتانسیل په دغه دوه متعادلو فازونو کې یو شی (مساوي) وي یا په بل عبارت که د یوې مادې دوه فازونه په تعادل کې وي نو د د غه مادې کیمیاوي پوتانسیل په دغه دواړو متعادلو فازونو کې یو شی (مساوي) دی. له دې کبله بین الفازي تعادل د هغه کمپوننت د کیمیاوي پوتانسیل د تساوي په واسطه ښودل کیږي. کوم چې د دغه متعادلو فازونو په ترکیب کې شامل دی. که د (i) کمپوننت کیمیاوي پوتانسیل په (1) فاز کې د (11) فاز څخه زیات ($\mu_{11} > \mu_1$)وي، دلته د i کمپوننت د (1) فاز څخه (11) فاز ته په خپله ځي. او برعکس که($\mu_1 > \mu_{11}$) وي نو دلته د i اکمپوننت د(11) فاز څخه(1) فاز ته په خپله اوړي. په همدې ترتیب ثبوت کیږي چې که یو سیستم د i د کمپوننت د څو متعادلو فازونو څخه جوړ وي نو دلته دi دکمپوننت کیمیاوي پوتانسیل په ټولو متعادلو فازونو کې مساوي وي. او که یو سیستم د څو کمپوننتو د څو متعادلو فازونو څخه جوړ وي نو دلته د هر کمپوننت کیمیاوي پوتانسیل په ټولو متعادلو فازونو کې یو شی وي.

د ګبس د فازونو قاعده:

په یو غیر متجانس متعادل سیستم کې د هر کمپوننت کیمیاوي پوتانسیل په ټولو متعادلو فازونو کې مساوي وي او پرته له دې فشار او د تودوخې درجه هم په دغه ټولو متعادلو فازونو کې یو شی وي.
په یو غیر متجانس متعادل سیستم کې د فازونو شمیر په خارجي شرایطو (د تودوخې درجه او فشار) او په دغه سیستم کې د کمپوننتونو په شمیر پورې اړه لري. د ریاضي هغه افاده چې په یو سیستم کې د کمپوننتونو د شمیر ، د فازونو د شمیر او د سیستم پر تعادلي حالت د مؤثرو خارجي شرایطو د شمیر تر منځ مقداري ارتباط ښئي د ګبس د فازونو د قاعدې په نامه یادیږي. د ګبس د فازونو قاعده په لاندې ډول ده:

$$F = n + S - \varphi \qquad (111-1l)$$

په پورتنۍ افاده کې n د کمپوننتو شمیر S د سیستم پر تعادلي حالت د مؤثرو خارجي شرایطو شمیر .φ د فازونو شمیر او F د سیستم ترمودینامیکي آزادي ښيي. F د سیستم د آزادي د درجې د عدد په نامه هم یادیږي. د F عدد د هغه فاکتورونو ((لکه P , T او غلظت) اعظمي شمیر ښئ کوم چې تر معینه حده پورې یو د بل څخه مستقل تغیر کولای شي او په دې تغیراتو کې په سیستم کې د فازونو شمیر یا نوعیت تغیر ونه کړي. که د خارجي شرایطو څخه یوازې فشار او د تودوخې درجه په پام کې ونیول شي نو (1l – 111) افاده داسې شکل غوره کوي.

$$F = n + 2 - \varphi \qquad (111-1\acute{l})$$

که (F = 0) وي نو د سیستم د آزادی درجه صفر ده. د دې معنی دا ده چې په سیستم کې د فازونو دا شمیر فقط په همدې شرایطو کې موجودیدلای شي او که موجوده شرایطو لږ څه تغیر وکړي نو په سیستم کې د فازو شمیر هم تغییر کوي که (F = 1) وي نو دغسې سیستم یو احتماله ، که (F = 2) وي دلته سیستم دوه احتماله او که (F = n) وي نو دغه سیستم د n احتماله په نوم یادیږي. د (111 -11) معادلې څخه معلومیږي چې په یو غیر متجانس متعادل سیستم کې د معینو شرایطو لاندې د F ډیر کوچنی عدد د φ د ډیر لوی عدد سره او برعکس د F ډیر لوی قیمت د φ د ډیر کوچني قیمت سره سرخوري. باید زیاته کړو چې د F ډیر کوچنی قیمت صفر او د φ ډیر کوچنی قیمت یو کیدای شي.

سوال: یو سستم داوبو - کلسیم کلوراید - کلسییم نایتریت-او کلسم بسلفیت څخه جوړ دی که دخارجی شرایطو څخه فشار او د تودوخی درجه په پام کی ونیول شی نو په دی سستم کی دفازونو اعظمی شمیر تعین کړی او هم ووایاست چی دغه فا زونه کوم دی

حل:

د (111 – 11) معادلی په اساس لیکو

$$F = n + S - \varphi$$

داخری افادی څخه معلومیږی چی د φ اعظمی قیمت سره د F اصغری قیمت (صفر) سره سر خوری

$$F = n + S - \varphi = 0$$

$$n = 4 \quad , \quad S = 2$$

$$\varphi = 4 + 2 = 6$$

پس په پورتنی سستم کی دفازونو اعظمی شمیر 6 کیدلای سی دغه فازونه د اوبو کنګل د کلسییم کلوراید کرستلونه د کلسییم نا یتریت کرستلونه اود کلسییم سلفیت کرستلونه او پرته له دی ددغه څلورو کمپوننتو مایع محلول اود محلول د پاسه داوبو بړاس دی

سوال : په لاندې متعادل سستم کې د کمپوننتو شمیر د فازونو شمیر اود ازادی ددرجو شمیر معلوم کړی دخارجي شرایطو له جملې څخه یوازې دتودوخې درجه (S = 1) په پام کې ونیسی

$$CaCO_{3,s} \rightleftharpoons CaO_{,s} + CO_{2,g}$$

دکمپوننتوشمیر د (111 - 9) معادلې په اساس مساوی کیږی:

$$n = q - k$$

په اخری افاده کی q دسستم د تشکیلونکو اجزاو شمیر k د سستم د اجزاو تر منځ دمعادلو شمیر او n دکمپوننتو شمیر ښیی پس لیکو

$$n = 3 - 1 = 2$$

دازادی ددرجو شمیر د (111-14) معادلې په اساس مساوی کیږی

$$\varphi = 3 \; (CaO_{,s} - CaCO_{3,s} - CO_{2,g})$$

$$F = n + S - \varphi = 2 + 1 - 3 = 0$$

سوال : امونیاک دمالگی د تیزابو سره په لاندې ډول تعامل کوی

$$NH_{3,g} + HCl_{,g} \longrightarrow NH_4Cl_{,s}$$

که په اول کی یو مول امونیاک دیو مول تیزابو سره واچول شی نو دتعادل په وخت کی ددغه سستم دازادی ددرجو شمیر به څو وی

حل :

دسوال دشریطو نه معلومیږی چی دتعامل کونکو موادو اولنی غلظتونه سره مساوی دی پس لیکو $C_{NH_3} = C_{HCl}$

$$n = q - k = 3 - 2 = 1$$

n = 1 دا معنی لری چی یوازی یو جز یعنی NH_4Cl کولای شی‌چی پورتنی متعادل سستم تشکیل کړی دا چی په ورکړل شوی سستم کی گازات هم شامل دی پس ددغه سستم پر تعادل باندی دفشار دتاثير څخه صرفنظر نشی کیدای پس فشار اود حرارت درجه د سستم پرتعادل باندی اثر ښندی (S= 2) دبلی خوا پورتنی سستم ددوه فازونو څخه جوړ دی 2= φ پس لیکو

$$F = n + S - \varphi = 1 + 2 - 2 = 1$$

F = 1 دا معنی لری چی ددغه سستم دتعادل په وخت یوازی یو متحول یعنی فشار ته تغير ورکولای شو مثلاً دفشار دزیاتیدو په نتیجه کی ډیرمقدار امونیاک اود مالگی تیزاب په NH_4Cl بدلیږی ولی په سستم کی دفازونو تعداد (2) تغیر نه کوی ولی که دحرارت درجه تغير وکړی (زیا ته شی)نو امونیيم کلوراید بیرته تجزیه کیږی او بالاخره جامد فاز له مینځه ځی

د سیستم د حالت دیاگرام:

د ترمودینامیکي سیستم حالت د ترمودینامیکي پارامترونو (P , T , V) په واسطه تعینیږي. د ریاضي هغه معادله چې د سیستم د پارامترو تر منځ مقداري ارتباط ښئ د سیستم د حالت د معادلې په نامه یادیږي. مثلاً د یو مول د ایدیال گاز د حالت معادله لاندې ورکړل شوې ده:

$$P . V = R . T$$

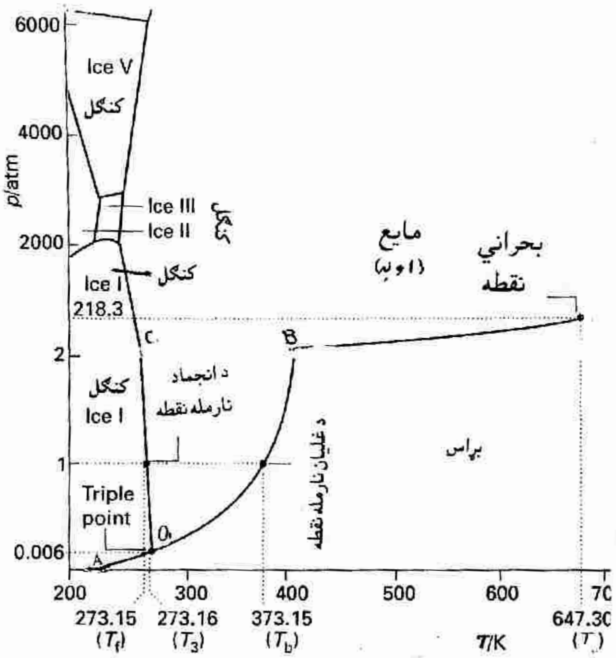
دلته P فشار، V مولي حجم، او T د تودوخې درجه ښئ . دغه کمیتونه د حالت د معادلې د مستقلو متحولینو په نامه یادیږي. که د حالت د معادلې د مستقلو محولینو تر منځ مقداري ارتباط په گراف کې وښودل شي نو کوم شکل چې لاس ته راځی د سیستم د حالت د دیاگرام په نامه یادیږي. د درې مستقلو متحولینو مقداري ارتباط د وضعیه کمیاتو یو پر بل عمود درې محوروںو کې ښودل کیږي چې په دې صورت کې لاس ته راغلی دیاگرام مغلق فضائي شکل لري. ولې که د حالت معادلې ته ځیر شو نو ښکاري چې که د درې محولینو له جملې څخه فقط (2) معلوم وي نو دریم متحول یو معین قیمت پیدا کوي. یعنې دلته فقط دوه متحوله د سیستم حالت تعینولای شي. نو ځکه د حالت د دیاگرام د لاس ته راوړلو لپاره اکثراً د دوه متحولینو څخه کار اخلي او په دې ترتیب د سیستم د حالت دیاگرام پر سطحه کښل کیږي.

د يو كمپوننته سيستم د حالت دياګرام:

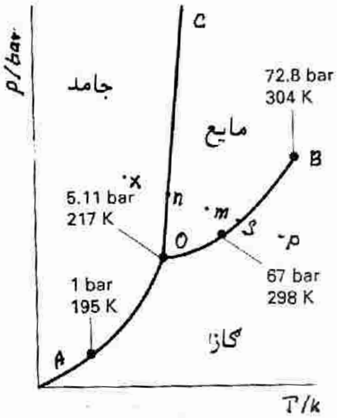
د يو كمپوننته سيستم د حالت په معادله كې متحولين دري (P , T , V) دي كه د دغه متحولينو د جملې څخه دوه ئې مستقل وي نو دريم ئې د دغه دوه و تابع دي. اكثراً د تودوخې درجه او فشار د مستقلو متحولينو په توګه په پام كې نيول كيږي. د دغه كميتونو عددي قيمتونه د ضعيه كمياتو پر دوه يو پر بل عمود محورنو اينبودل كيږي او په دې ترتيب دوه بعده د حالت دياګرام د سطحې پر مخ لاس ته راځي.

د اوبو د حالت دياګرام:

د اوبو د حالت په دياګرام كې د فشار او تودوخې د درجې مقداري ارتباط په (3-111) شكل كې ښودل شوى دى كه د P او T د محورونو تر منځ سطحه په پام كې ونيول شي نو پر دغه سطحه هر نقطه د اوبو يو مشخص حالت ښيئ. د دغه نقطې كواردينات په دغه مشخص حالت كې د اوبو د تودوخې درجه او فشارښيئ. د A O پر منحني هر ه نقطه د دوه متعادلو فازونو (كنګل او د هغې پر سر د اوبو براس) د موجوديت شرايط ، د O C پر منحني هره نقطه د كنګل او د مايع اوبو تر منځ د بين الفازي تعادل شرايط او د O B پر منحني هر نقطه د مايع اوبو او دپاسه ئې د براس تر منځ د بين الفازي تعادل شرايط(P , T) ښئ. د جامد فاز په ساحه كې هر نقطه د كنګل د موجوديت شرايط او د مايع په ساحه كې هر نقطه دمايع اوبو د موجوديت شرايط او د ګاز په ساحه كې هره نقطه د اوبو د براس د موجوديت شرايط ښئ او د (O) نقطه چې د درې ګونې نقطې په نامه ياديږي په دې نقطه كې د اوبو درې واړه فازونه همزمان په خپل منځ كې دتعادل په حالت كې وي. يعنې د تودوخې په (273,15) درجه او د (0 ,0 0 6 atm) فشار لاندې كنګل ، مايع اوبه او د اوبو براس درې واړه د تعادل په حالت كې يو د بل تر څنګ موجوديداى شي. د اوبو د حالت د دياګرام څخه معلوميږي چې د خارجي فشار په زياتيدو د اوبو د غليان نقطه لوړه او د ويلې كيدو نقطه ئې راټيټيږي. د عادي فشار(P =1 atm) لاندې د اوبو د غليان نقطه 373,15 K او د ذوب نقطه ئې 273,15K ده. د اوبو او بسموت پرته په نورو كيمياوي موادو كې د خارجي فشار په لوړيدو سره د دغه



(3-111)شکل: د اوبو د حالت
دیاګرام



(4 – 111) شکل: د کاربندای اکساید
دحالت دیاګرام

موادو د ويلي کيدو نقاط هم لوړيږي د مثال په توګه په (4-111) شکل کې د کاربندای اکساید د حالت دیاګرام ښودل شوی دی. د ټولو کیمیاوي موادو د عین کتلې د بخار حجم د مایع د حالت د حجم څخه او د مایع د حالت حجم د جامد د حالت د حجم څخه زیات دی چې د (3 -111) او (3-111) معادلو په اساس د دغه دواړو معادلو ښي طرفونه مثبت دي نو د هغو چپ طرفونه هم باید مثبت ($dP/dT > 0$) وي یعنې په اکثره کیمیاوي موادو کې د خارجي فشار د لوړیدو سره د دغه موادو د غلیان او هم د ویلي کیدو (ذوب) نقاط لوړیږي. داچې د کنګل حجم د مایع اوبو د حجم څخه زیات ($V_2 - V_1 = \Delta V < 0$) دی نو دلته د (3-111) معادلې ښي طرف منفي دی د دې معنی دا ده چې ($dP/dT < 0$) دی یعنې د خارجي فشار د لوړیدو سره د اوبو د ویلي کیدو نقطه راټیټیږي. نو څکه په (3 - 111) شکل کې د OC منحني کیڼ لاس خوا ته میلان لري. که د اوبو پر کنګل خارجي فشار تر (2100) اتوموسفیره پورې زیات شي د کنګل د ذوب نقطه تر ($-20\,^{\circ}C$) راټیټیږي. او لدې سرحد څخه وروسته د فشار د لوړیدو سره د کنګل[III] د ذوب نقطه هم لوړیږي.

د ګبس د فازونو د قاعدې تطبيق:

د کاربندای اکسايد د حالت په دياګرام کې د(S , P , n , m , X) او O نقاط په پام کې نيسو او ليکو:

$$F = n + 2 - \varphi$$

$$Fx = 1 + 2 - 1 = 2$$

$$Fn = 1 + 2 - 2 = 1$$

$$Fm = 1 + 2 - 1 = 2$$

$$Fs = 1 + 2 - 2 = 1$$

$$Fp = 1 + 2 - 1 = 2$$

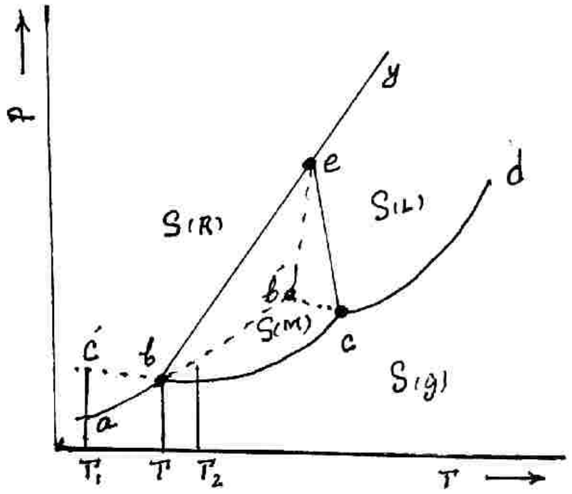
$$Fo = 1 + 2 - 3 = 0$$

په پورتنی محاسبه کې(Fx = 2 , Fm = 2 او(Fp = 2) د ا معنی لري چې د X , m او p په نقطو کې د سيستم د آزادۍ درجه دوه ده. يعني په دې نقطو کې هم فشار او هم د تودوخې درجې يو د بل څخه په مستقل ډول تغير ورکولای شو او په دې تغيراتو کې په سيستم کې د موجودو فازونو شمير تغير نه کوي مثلاً که د X نقطه د جامد ساحې د سرحداتو تر منځ هرې خوا ته يووړل شي بيا هم په سيستم کې فقط يو فاز(کنګل) موجود وي. په همدې ترتيب (Fn = 1) او (Fs = 1) د ا معنی لري چې د n او s په نقطو کې يا د O B , OA او OC پر منحنيانو په هره نقطه کې د دې لپاره چې دوه فازه د تعادل په حالت کې موجود وي موږ په خپله خوښه فقط يو پارامتر (فشار يا د تودوخې درجې) ته تغير ورکولای شو. او دويم پارامتر د لومړي پارامتر د تغير سره متناسب معين قيمت اخلي(Fo = 0) دا معنی لري چې د O په نقطه کې درې فازه فقط په همدغه فشار او همدغه د تودوخې درجه کې د تعادل په حال کې موجوديدلای شي. که د دغه شرايطوا (T, P) څخه يو ئې لږ څه تغير وکړي نو په سيستم کې د فازونو شمير کميږي.

د سلفر د حالت دياګرام: سلفر په دوه کرستلي شکلونو يعنی رمبک سلفر (S(R او مونو کلين سلفر(S(M په طبيعت کې په طبيعت کې پيدا کيږي

پس سلفر څلور فازونه یعنې دوه کرستلي، یو مایع $S(L)$ او یو د بخار $S(G)$ فاز جوړولای شي. د سلفر د حالت دیاګرام په (111-5) شکل کې ښودل شوی دی لکه چې د (111-5) شکل معلومیږي د سلفر د حالت دیاګرام څلور ساحې ($S(R) - S(M) - S(L) - S(G)$) لري. د ab منحني د دوه متعادلو فازونو ($S(R) \rightleftharpoons S(G)$) د موجودیت شرایط ښيي یاپه بل عبارت د ab منحنی درمبک سلفر دمشبوع بخاردفشار ارتباطدتودوخی ددرجی‌سره ښيي. او د bc او cd منحنیان دمونوکلین سلفر او د مایع سلفر د مشبوع بخار فشار ارتباط د تودوخې د درجې سره. ښيي. د be خط د دوه کرستلي شکلونو یو په بل د اوښتلو ($S(M) \rightleftharpoons S(R)$) شرایط د ce او ey خطونه په ترتیب سره د دوه متعادلو فازونو ($S(L) \rightleftharpoons S(M)$) او ($S(L) \rightleftharpoons S(R)$) د موجودیت شرایط ښئ یا په بل عبارت د ce خط پر سیستم باندې د خارجي فشار د تغیر له کبله د مونوکلین سلفر د ذوبان د نقطو تغیر او د ey خط په مختلفو خارجي فشاونو کې د رمبک سلفر د ذوبان نقطې ښئ. د b په درې ګوني نقطه کې درې فازونه ($S_G - S_M - S_R$) او د c په درې ګوني نقطه کی درې فازونه ($S_M - S_L - S_g$)

او د e په درې ګوني نقطه کې درې فازونه($S_R - S_M - S_L$)په خپلو منځو کې په تعادل کی دی ددغه دری دریګونونقطو پرته یوه دریګونی نقطه بله دسلفر دحالت پر دیاګرام لیدل کیږي په دي نقطه (b') کې درې غیر ثابت فازونه یعنې د حد څخه زیات سوړ شوی، S_L ، د حد څخه زیات ګرم شوی رمبک سلفر او د مونوکلیبن سلفر مشبوع بخارات په خپلو مینځو کې په تعادل کې دي. د (b') په نقطه کې دغه درې متعادل فازونه یو غیر ثابت سیستم جوړوي چې د وخت په تیریدو او یا دې سیستم ته د مونوکلیبن د کرستلونو په داخلیدو سره دغه درې واړه متعادل فازونه په مونوکلین سلفر اوړي. د ا ځکه چې د(b') د نقطې مطابق شرایطو (P , T) کې یوازې د مونوکلین سلفر ثابت فاز دی. باید وویل شي چې د سلفر ټول فازونه غیر ثابت حالت لرلای شي. مثلاً د bc' خط د حد څخه زیات سوړ شوی غیر ثابت مونوکلین سلفر د bb'خط د حد څخه زیات ګرم شوی غیر ثابت رمبک سلفر او د cb' خط د حد څخه زیات سوړ شوی غیر ثابت مایع سلفر حالت ښئ. د b په نقطه (د تودوخې په T درجه)، کې رمبک او مونوکلین سلفر یبو پر بل بدلیدای شي پس b ته د(enantiotropy) نقطه وائي د تودوخی په T_1 ($T > T_1$) درجه کې د حد څخه زیات سوړ شوی مونوکلین سلفر د وخت په تیریدو سره په رمبک سلفر اوړي. په بعضي کیمیاوي موادو کې مونو تروپي فازي انتقالات لیبدل کیږي په دې صورت کې فازي انتقالات یو طرفه وي یعنې فقط غیر ثابت فاز په ثابت فاز کوم چې د ذوب د نقطې پورې د تودوخې په ټولو درجو کې ثابت دی اوړي.



(5 -111)شکل: د سلفر دحالت دیاگرام

څلورم فصل

محلولونه

د دوه یا ډیرو موادو متجانس سیستم چې ترکیب ئې په پر له پسې ډول تر معینه حده پورې تغیر کولای شي د محلول په نامه یادیږي. د مرکب څخه د محلول فرق په دې کې دی چې د مرکب ترکیب ثابت دی. د محلول هغه جز چې مقدار ئې نسبتاً زیات دی د محلل او بل جز ئې د حل شوې مادې په نامه یادیږي. د محلول د اجزاؤ د فازي حالت په نسبت محلولونه په درې ډوله دي.

۱ – جامد محلولونه: د جامد محلول اجزا جامد وي لکه د طلا او مس محلول ، د نقرې او مس محلول او داسې نور.

۲ – مایع محلول : که د حل شوې مادې چاپېریال مایع وي داسې محلول د مایع محلول په نامه یادیږي لکه بوره په اوبو کې ، الکهول په اوبو کې، کاربندای اکساید په اوبو کې او نور .

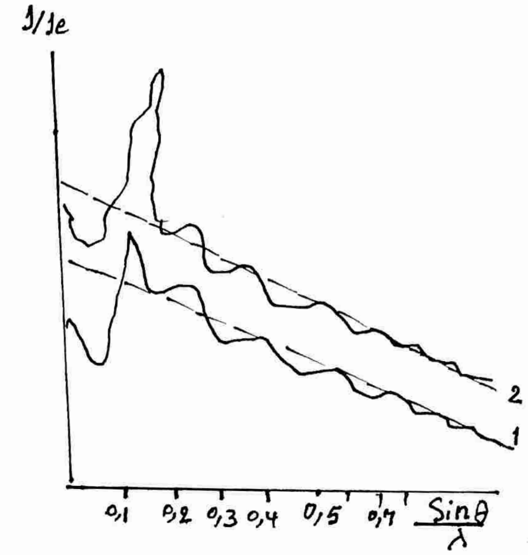
۳ – د ګازاتو محلول: که د محلول ټول اجزا ګازات وي داسې محلول د ګازاتو د محلول په نامه یادیږي لکه د تنبلو ګازاتو .(Ar , Ne , He) محلول ، د ایدیال ګازاتو محلول.

د مایع جوړښت:

علمي څېړنو ښودلې ده چې د مایع داخلي جوړښت د جامداتو او ګازاتو د داخلي جوړښت څخه فرق لري. د کرستلي موادو په داخل کې ټول ذرات (اتومونه، ایونونه او مالیکولونه) په یو معین نظم یو د بل په نسبت په ثابتو موقعیتونو کې ځای پر ځای شوي دي نو ځکه کرستلونه ثابت حجم او معین هندسي شکل لري. د ګازاتو مالیکولونه یو د بل څخه مستقل په هر لورې حرکت کوي. د ګازاتو د مالیکولو تر منځ فاصلې زیاتې او کمیدای شي نو په دې وجه ګازات معین حجم او ثابت شکل نه لري. د مایعاتو د مالیکولو تر منځ په لنډو (د مالیکول د قطر څو چنده) فاصلو کې د کرستلي موادو په شان معین نظم لیدل کیږي. خو د مالیکولو تر منځ د فاصلې د زیاتیدو سره دغه نظم له منځه ځي او یو د بل څخه لیري مالیکولونه یو د بل څخه مستقلانه هر لوري ته حرکت کولای شي همدا وجه ده چې مایعات معین حجم لري خو معین شکل نلري.

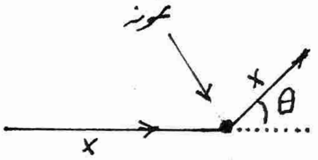
د رنتګن د وړانګو په واسطه د کیمیاوي موادو د داخلي جوړښت څېړنې ښئ چې که یوه ماده د رنتګن د وړانګو په لار کې کینبودل شي نو د کیمیاوي مادې د اتومو سره د ټکر په نتیجه کې د رنتګن وړانګې په هر طرف شیندل کیږي. که درنتګن د وړانګو شدت د امتحاني مادې چاپیره په مختلفو زاویو (هغه زاویې چې وړانګه ئې د خپل لومړني مسیر سره جوړوي(2-11 بشکل) اندازه شي نو که د مادې په داخل د ذراتو تر منځ یو معین نظم موجود وي په هغه صورت کې د راجستر شویو وړانګو شدت په مختلفو زاویو θ کې فرق کوي او په بعضي زاویو کې دغه شدت اعظمي وي. که د وړانګو شدت(I / Ie)د (Sine θ/ λ)په ارتباط په یو ګراف کې وښودل شي (1-11 شکل)، نو په ګازاتو کې د د غه ارتباط څخه | وار منحنیان(- - - - خطونه)، لاس ته راځي او کوم اعظمي یا اصغري پکې نه لیدل کیږي. د دې خبرې دلیل دا دی چې د ګازاتو د مالیکولو تر منځ معین نظم نشته او مالیکولونه یو د بل په نسبت معین موقعیتونه نلري تر څو د ګاز د اتومو سره د وړانګو د ټکر په نتیجه کې په بعضي زاویو کې منتشره (شیندل شوي) وړانګو شدت همیشه ډیر او په بعضي زاویو کې همیشه کم راشي. بر عکس په کرستلو کې د مالیکولو (اتومو) تر منځ معین نظم شته او اتومونه (ایونونه یا مالیکولونه) یو د بل په نسبت معین موقعیتونه لري نو د انتشار په بعضي زاویو کې د منتشره وړانګو شدت اعظمي او په بعضو کې اصغري دی. او پر(I / Ie - Sineθ/λ) ګراف کې څرګند اعظمي او اصغري لیدل کیږي.

په مایعاتو کې په لنډو فاصلو کې د کرستلو په شان د انتشار په بعضي زاویو کې د منتشره وړانګو شدت اعظمي او په بعضي زاویو کې اصغري وي مثلاً د مایع ارګون د (I / Ie - Sine θ/ λ) ګراف په (1-11) شکل کې ښودل شوی دی.



(۱۷–۱) شکل : په مایع ارګون کې د (I / Ie – Sine θ/ λ)ارتباط

۱ – منحني T=149,3K , P=46,8 atm
۲ – منحني T=84,4K , P = 0,8 atm



(۱۷–۲) شکل: د امتحاني نمونې څخه د رنتګن د وړانګو د تیریدو په وخت کې د رنتګن د وړانګو شیندل یا تیت کیدل

د (۱۷–۱) شکل څخه معلومیږي چې په مایع ارګون کې په لنډو فاصلو کې د انتشار د شدت او د انتشار د زاویې د ارتباط پر دواړو (1 , 2) منحنیانو واضح اعظمي او اصغر جوړ شوی دی مګر د فاصلې په زیاتیدو سره دغه منحنیان بالخره په آوارو خطو بدلیږي. دا موضوع داسې تعبیریدای شي چې په مایعاتو کې په لنډو فاصلو کې د کرستلو په شان یو معین نظم وجود لري خو د مالیکولو تر منځ د فاصلې په زیاتتیدو سره دغه نظم له منځه ځي.

د محلول په هکله نظریات:

کله چې حل کیدونکې ماده په کوم محلل کې حلیږي نو دلته د محلل جوړښت تغیر کوي. د محلل د مالیکلول تر منځ بین المالیکولي اړیکې شلیږي او پر ځای ئې د محلل د مالیکولو او د حل کیدونکي مادې د ذراتو (ایون ، مالیکولو ، اتومو) تر منځ نوې اړیکې جوړیږي. د خالص محلل په پرتله د محلول جوړښت ډیر مغلق او هم د محلل په پرتله د محلول د ذراتو تر منځ متقابل تاثیرات خو ډوله دي. له دې پرته د محلول جوړښت او

د محلول د ذراتو حالت د محلول د غلظت د تغير سره هم تغير کوي نو له دې کبله د محلول په هکله يو ائيني منل شوې نظريه تر اوسه نشته . تر اوسه د محلول په هکله دوه نظرئې وجود لري.

١ – د محلول کيمياوي نظريه : د محلول د کيمياوي نظرئې طرفداران د انحلال عمليه د کيمياوي تعامل ته ورته عمليه بولي او د محلول د ذراتو تر منځ قواى کيمياوي اړيکو ته ورته رابطې ښئ. خو عطالنتي ګازائنو د محلول په هکله دغه نظريه د منلو وړ نه ده.

٢ – د محلول فزيکي نظريه: د دې نظريې طرفداران(بورن، وانت هوف اوارهينوس) په دې نظر دي چې د خلول د ذراتو تر منځ مؤثرې قواوې کيمياوي نه بلکه فزيکي قواوې دي. وانت هوف(1885) ډير نرى محلول د ايديال ګازاتو د مخلوط په څير په پام کې نيسي او په دې توګه د محلول د غلظت او د محلول د يو شمير خواصو تر منځ مقداري ارتباط ټاکي. مثلاً وانت هوف د محلول ازموتيک فشار (Π) په لاندې ډول افاده کوي:

$$\Pi = C R T \qquad (1۷-1)$$

(1۷-1)افاده د ايديال ګازاتو د فشار P د افادې سره يو شى ده.

$$P = C R T$$

په بعضي محللو (لکه اوبو) کې د غير مفر موادو د حل کيدو له کبله د محلل د بړاس د فشار کميدل، د محلل د ذوب د نقطې ټيټيدل او د هغې د غليان د نقطې لوړيدل وانت هوف فقط د حل کيدونکې مادې د ذراتو په شمير پورې مربوط ګڼي او په دې هکله د محلل او حل کيدونکې مادې تر منځ متقابل تاثيرات يعنې د محلل او حل کيدونکې مادې طبيعت په پام کې نه نيسي. ارهينوس په (1886) کال کې د الکترو ستاتيکي جذب او دفع د قواوو پر بنسټ د الکتروليتو د انفکاک ميخانيکيت او د الکتروليتي محلولو برقي هرايت تشريح کوي. په (1890)کال شردرلي شاتيلې په يو محلل کې د کيمياوي مادې د انحلاليت (S)او د هغه مادې د ويلي کيدو د تودوخې (ΔH_f)او د تودوخې د درجې T تر منځ ارتباط په لاندې ډول وښود.

$$\log S = (-\Delta_f H / RT) + C \qquad (1۷-2)$$

(1۷-2) افاده د شردر د معادلې په نامه يادېږي . په پورتنى افاده کې C يو ثابت($C = \Delta H_f / T_f$) عدد دى، $\Delta_f H$ او T_f په نارمل شرايطو کې د کيمياوي مادې د غليان تودوخه او د تودوخې درجه ښئ او T د تودوخې هغه درجه ده په کومه کې چې د انحلال عمليه صورت مومي. پورتني قوانين يوازې په ډير نريو

(رقیقو) محلولو کې تطبیقیږي او په ټینګو (غلیظو) محلولو کې نه تطبیقیږي. اکثره معاصر پوهان په دې نظر دي چې د محلول د اجزاؤ تر منځ کیمیاوي او فزیکي قواوې دواړه رول لرلای شي. نو د محلول په هکله عمومي نظریه باید د دغه دواړو نظریو د علمي او منطقي ګډون څخه لاس ته راشي. د محلول په هکله عمومي نظریه باید وکولای شي چې د محلول خواص د محلول د اجزاؤ د خواصو پر بنسټ تشریح او د هغوئ تر منځ مقداري ارتباط افاده کړي.

ایدیال محلولونه:

که یو ګیلاس اوبه چې حجم ئې V_1 او د تودوخې درجه ئې (T) ده او بل ګیلاس اوبه چې حجم V_2 او د هغې د تودوخې درجه هم T ده په یو لوښي کې واچوو نو وبه لیدل شي چې په لوښي کې د اوبو عمومي حجم به V ($V = V_1 + V_2$) او د اوبو د تودوخې درجه به (T) وي. یعنې په دې عملیه کې د سیستم په عمومي حجم کې تغیر نه راځي ($\Delta V = 0$) او هم د تودوخې راکړه ورکړه صورت نه نیسي ($\Delta T = 0$) (دا ځکه د دواړه ګیلاسونو د اوبو مالیکولي جوړښت مالیکولي کتله، د مالیکولو قطبیت او نور خواص یو شی دي). همدا شان هغه کیمیاوي مواد چې نوموړي خواص ئې یو بل ته ډیر ورته یعنې د مالیکولو تر منځ متقابل تاثیرات ئې یو بل سره ډیر شبیه وي دغسې مواد که یو په بل کې حل شي نو د لاس ته راغلي محلول حجم به د یو ځای شویو موادو د حجمونو د مجموعې سره یو شی او هم به د حل کیدو په جریان تودوخه جذب یا آزاده نشي. یعنې د لاس ته راغلي محلول انتالپي به د یو ځای شویو موادو د مولي انتالپیو د مجموعې سره مساوي وي. پس لیکو چې:

$$V = \Sigma\ n_i . V_i$$

$$\Delta V = 0$$

$$H = \Sigma\ n_i . H_i$$

$$\Delta H = 0$$

په پورتنی افادو کې n_i د i مادې د مولو شمیر او V_i, H_i د i مادې مولي حجم او مولي انتالپي ښئ. دغسې محلول د ایدیال محلول په نامه یادیږي.

د ایډیال او رقیقو (نریو) محلولو د بړاس فشار:

که A او B مواد یو ایډیال محلول جوړ کړي او د محلول د پاسه بړاس هم یو ایډیال محلول وي او س که د A مواد محلل ونیسو نو د محلول د پاسه بړاس کې د A مادې جزئي فشار د راولت د قانون په اساس مساوي کیږي

$$P(A) = \overset{o}{P}(A) \cdot N(A) \qquad (17-3)$$

په پورتنۍ افاده کې P (A) د محلول د پاسه بړاس کې د محلل یعنې د A مادې جزئي فشار $\overset{o}{P}(A)$ د خالص محلل دپاسه د بړاس فشار او N (A) په مایع محلول کې د محلل (د A مادې) مولي قسمت ښیي که په مایع محلول کې د B مادې مولي قسمت په N (B) وښودل شي نو لیکو چې

$$N(A) + N(B) = 1$$

$$N(A) = 1 - N(B)$$

$$P(A) = \overset{o}{P}(A) \cdot (1 - N(B))$$

$$P(A) = \overset{o}{P}_A - \overset{o}{P}(A) \cdot N(B) \qquad (17-3)$$

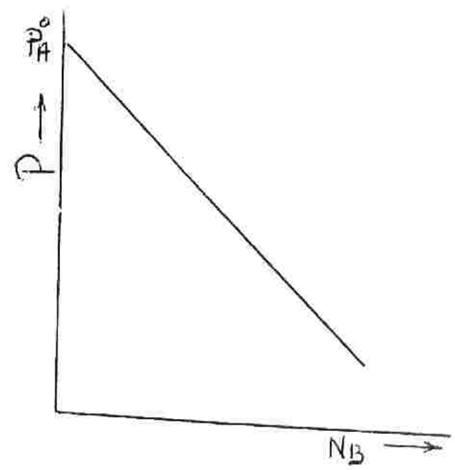
د (17-3) معادلې څخه ښکاري چې د محلول د پاسه بړاس کې د محلل جزئي فشار P (A) په مایع محلول کې د محلل (A) د غلظت N (A) سره مستقیم تناسب لري د (3 - 17 , 3 - 17) معادلو څخه معلومیږي چې په مایع محلول کې د A د غلظت یعنی د N (A) د کمیدو او د حل شوې مادې د غلظت N (B) د زیاتیدو سره د محلول د پاسه بړاس کې د محلل جزئي فشار په خطي ډول کمیږي (17-4 شکل).
او س فرض کوو چې د A او B مواد دواړه مفر او په هر نسبت یو په بل کې حل دي. دلته کولای شو چې هم د A ماده او هم د B ماده محلل وګڼو. که د A ماده محلل وګڼو نو د محلول د پاسه بړاس کې د A مادې جزئي فشار مساوي کیږي.

$$P(A) = \overset{o}{P}(A) \cdot N(A)$$

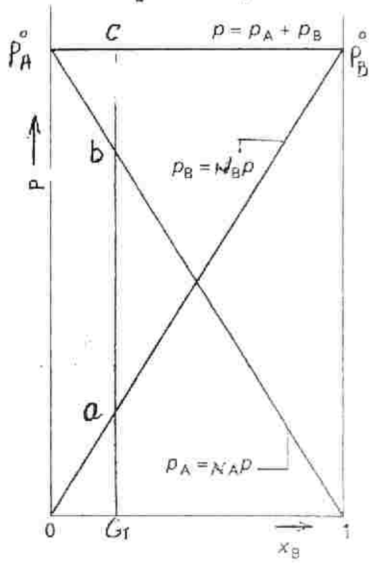
که د B ماده محلل وګڼو نو دمحلول د پاسه بړاس کی د B مادی جزئ فشار مساوی کیږي:

$$P(B) = \overset{0}{P}(B) \; . N(B) \qquad (1V-3)$$

که د تودوخې درجه ثابته ونیول شي نو د دغسې ایدیال محلولو د پاسه بړاس کې د هرې مادې جزئي فشارونه P (A) , P (B) او د بړاس عمومي فشار P = P (A) + P (B) په (1V – 3) شکل کې ښودل شوی دی.



(1V - 4)شکل:
په اید یال محلول کی د حل شوی مادی د غلظت دزیاتیدو سره دمحلل د بړاس فشار کمیدل



شکل (1V – 3)
د محلول د پاسه دبړاس عمومی فشار P او په دغه فشار کی د A او B موادو د جزئ فشارونو (P A)او(PB) ارتباط دمحلول د غلظت سره

که د محلول د ترکیب پر محور د G نقطه په پام کې ونیسو او د فشار د محور موازي د G پر نقطه عمود رسم کړو نو دا عمود د P مستقیم خط د C په نقطه د P (A) مستقیم خط د b په نقطه او د P (B) مستقیم خط د a په نقطه کې قطع کوي. یعنې که په یو لوښي کې د A او B موادو داسې محلول ولرو چې ترکیب ئې د G د نقطې سره برابروي. د دغه محلول د پاسه د بړاس فشار به د G C په اندازه او په دغه بړاس کې د A مادې جزئي فشار به د Gb په اندازه او د B مادې جزئي فشار به د Ga په اندازه وي.

مثال: د بنزول او تولول محلول ایدیال او د راولت قانون پکې مراعات کیږي. که د تودوخې په 70°c درجه کې د خالص بنزول د بړاس فشار(P = 547,4 mmHg) او د خالص تولول د بخار فشار (P = 202 mmHg)

وي نو د تودوخې په همدغه درجه کې د بنزول او تولول داسې محلول چې په هغې کې د تولول مولي قسمت ($N_1 = 0,2$ دی په پام کې ونیسی. او د دغه محلول د پاسه د بړاس عمومي فشار په دغه بړاس کې د بنزین جزئي فشار او هم د تولول جزئي فشار پیدا کړی.

حل: که په دغه محلول کې د تولول مولي قسمت ($N_1 = 0,.2$) وي نو

$$\text{دتولول مولی قسمت + د بنزول مولی قسمت} = N_1 + N_2 = 1$$

$$\text{د بنزول مولی قسمت}\ N_2 = 1 - N_1 = 1 - 0,2 = 0,8$$

$$\text{د تولول جزئ فشار} = \overset{o}{P_1} \cdot N_1 = 202.(0,2) = 40,4\ mm\ Hg$$

$$\text{دبنزول جزئی فشار} = \overset{o}{P_2} \cdot N_2 = 547,4 \cdot (0,8) = 434,9\ mm\ Hg$$

$$\text{دبړاس عمومی فشار} = 404\ mmHg + 437,9\ mmHg = 478,3\ mmHg$$

په ایدیال محلولو کې د محلل او حل شوې مادې دواړو د بړاس فشار د راولت د قانون په اساس افاده کیږي.
په حقیقي رقیقو محلولو کې د حل شوې مادې د بړاس فشار د هنري د قانون په اساس داسې افاده کیږي:

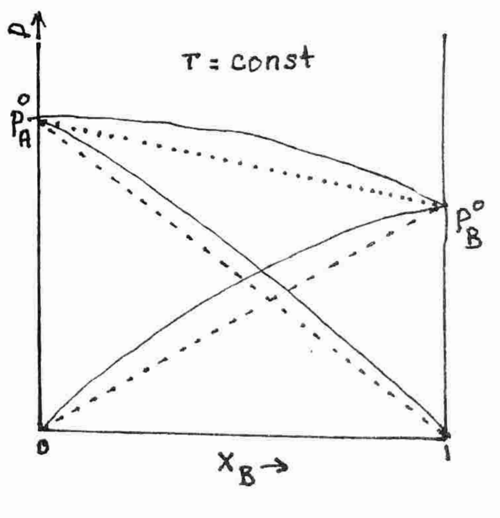
$$P(B) = X(B) \cdot K(B) \qquad (۱۷-۴)$$

په پورتنۍ افاده کې $P(B)$ دحل شوی مادې د بړاس فشار , $X(B)$ په مایع محلول کې د حل شوې مادې مولي قسمت او $K(B)$ یو ثابت عدد دی چې د هنر ي د ثابت په نامه یادیږي د $K(B)$ واحد هم فشار دی. داسې یو حقیقي محلول چې د محلل د بړاس فشار ئې د راولت په قانون او د حل شوې مادې د بړاس فشار ئې د هنر ي د قانون په اساس افاده کیږي د ایدیال رقیق محلول په نامه یادیږي. د (۱۷-۴) افادې په اساس په مایع محلول کې د گاز د حل کیدو اندازه(د $X(B)$ قیمت) معلوموي. د دې معادلې څخه معلومیږي چې د محلول د پاسه د حل کیدونکي گاز جزئي فشار $P(B)$ په مایع محلول کی د د غه گاز د حل شوي مقدار ($X(B)$) سره مستقیم تناسب لري. او هر څومره چې د گاز فشار پر مایع محلول زیات شي په همغه اندول د دغه گاز زیات مقدار په مایع محلول کې حل کیږي.

حقیقي محلولونه :

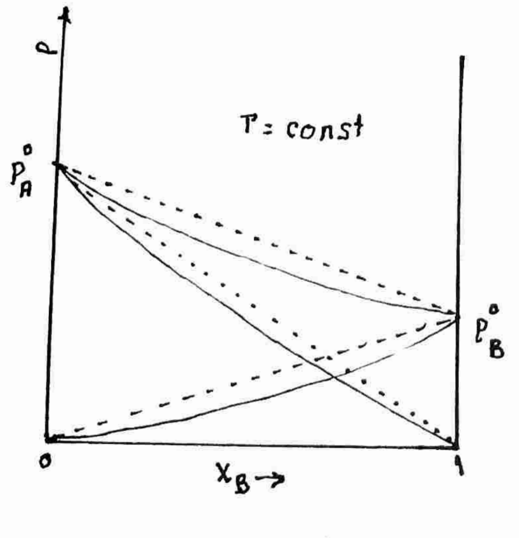
د محلل او حل شوې مادې د ذراتو تر منځ د متقابل تاثیراتو څخه اکثراً صرف نظر نشي کیدای. د داسې محلولو د جوړیدو په وخت کې کیدای شي چې د تودوخې راکړه ورکړه منځ ته راشي او هم د محلول حجم د

هغه د اجزاؤ د حجمونو د مجموعې سره مساوي نه وي. دا ډول محلولونه د حقيقي محلولو په نامه يادیږي. د محلل او حل کیدونکو مادو د طبیعت پربنسټ د حقيقي محلو ل د بړاس فشار د ایدیال محلول د بړاس د فشار د خطي تغیر څخه کیدای شي مثبت یا منفي تفاوت (انحراف) ولري. که په محلول کې د محلل او حل شوې مادې د مالیکولو تر منځ نوې جوړې شوې اړیکې د خالصو موادو (محلل او حل کیدونکې مادې) د همجنسه مالیکولو تر منځ د اړیکو په نسبت ضعیفه وي نو دلته د محلول څخه مالیکولونه په اسانی فرار کوي یعنې دلته ډیر شمیر مالیکولونه د محلول دپاسه جمع او د محلول د پاسه د بړاس فشار د خطي حالت څخه مثبت انحراف پیدا کوي او برعکس که د محلل او حل کیدونکې مادې د ذراتو تر منځ نوې چوړې شوې اړیکې د همجنسه ذراتو تر منځ د اړیکو څخه مضبوطې وي نو دلته مالیکولونه په مشکل د محلول څخه فرار کوي او د محلول د پاسه د بړاس فشار د خطي حالت څخه منفي انحراف پیدا کوي په (1V-6) شکل کې د محلول د پاسه د بړاس د فشار منفي انحراف او په (1V-5) شکل کې د محلول د پاسه د بړاس د فشار مثبت انحراف ښودل شوی دی. او په (1V-7)) او(1V-8) شکلونو کې د مایع محلول د ترکیب (X).دتغیر سره دمحلول دپاسه دبړاس دعمومی فشار منفی او مثبت انحراف ښودل شوی دی



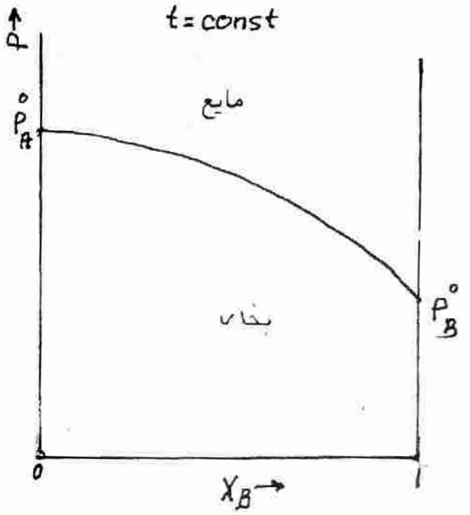
شکل: (1V-5)

د تودوخی په ثابته درجه کی د محلول د پاسه براس د عمومي فشار اود A او B مادود جزئ فشارونو مثبت انحراف دراول دقانون څخه

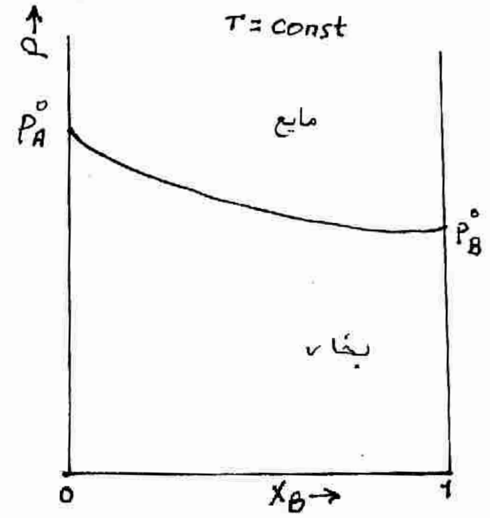


شکل(1V-6)

د تودوخی په ثابته درجه کی د محلول دپاسه د بړاس د عمومی فشار اودA او B مادو جز د جزئ فشارونو منفی انحراف دراول دقانون څخه

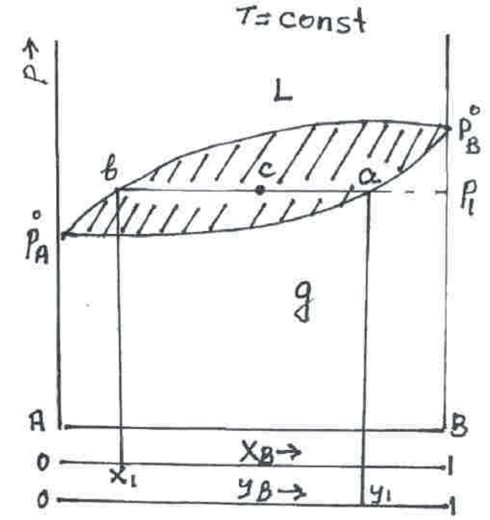


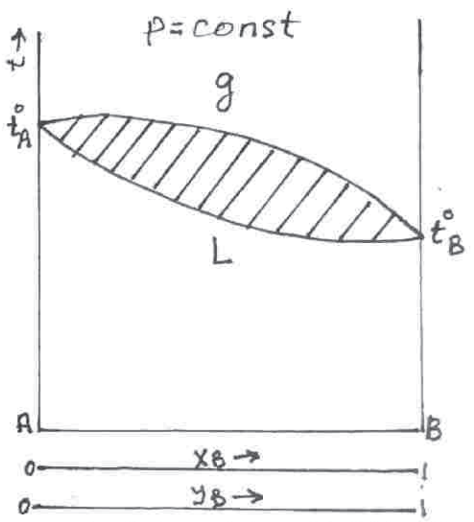
شکل : (17 - 7)
د راول دقانون څخه دمحلول دپاسه دبړاس
دفشار مثبت انحراف
X - د مایع محلول ترکیب(مولی قسمت)



شکل: (17 - 8)
د راول دقانون څخه دمحلول دپاسه د بړاس
د فشار منفی انحراف
X - دمایع محلول ترکیب (مولی قسمت)

په حقیقي محلولو کې د مایع محلول ترکیب او د هغې د پاسه د بړاس ترکیب اکثراً یو د بل څخه فرق لري که د تودوخې په ثابته درجه کې د بړاس عمومي فشار د مایع محلول د ترکیب د تغیر په اساس $P = f(X)$ او هم د بړاس د ترکیب د تغیر په اساس ($P = f(y)$) رسم شي نو په هغه محلولو کې چې د راول د قانون څخه کم انحراف لري (17-9) شکل لاس ته راځي. که د همدغه محلول د پاره د ثابت خارجي فشار لاندې د غلیان د نقطو منحني د مایع محلول د ترکیب په اساس $T_b = f(x)$ او د تودوخو د درجو منحني په کومو کې چې بړاس په مایع کیدو پیل کوي د بړاس د ترکیب په اساس $T_l = f(y)$ رسم شي نو (17-10) شکل لاس ته راځي.





(۹ – ۱۷)شکل: د بړاس د فشار او ترکیب دیاګرام

$P = f(x)$ پاسنی منحني

$P = f(y)$ لاندینی منحني

(۱۰ – ۱۷)شکل: د غلیان د نقطو او ترکیب دیاګرام

$T(l) = f(y)$ پاسنی منحنی

$T(b) = f(x)$ لاندینی منحني

په (۹ – ۱۷) شکل کې $\overset{o}{P}$ (A) د خالصې A مادې د بړاس فشار $\overset{o}{P}$ (B) د خالصې B مادې د بړاس فشار، پاسنی منحني د مایع محلول د ترکیب د تغیر سره د بړاس د عمومي فشار تغیر لاندینی منحني د بړاس د ترکیب د تغیر سره د بړاس د عمومي فشار تغیر ښئ. پاسنی منحني د مایع د منحني او لاندینی منحني د بړاس یا بخار د منحني په نامه یادیږي.

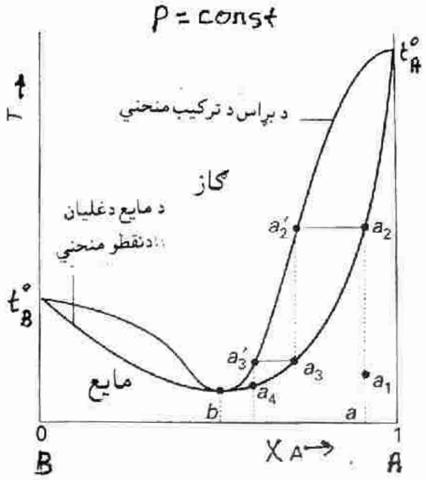
د پاسني منحني دپاسه ساحه د A او B مادو د مایع محلول د موجودیت شرایط او د لاندیني منحني نه لاندې ساحه د A او B مادو د بړاسونو د محلول د موجودیت شرایط او د دغه دواړو منحنیانو تر منځ ساحه کې په سیستم کې د مایع محلول او د بړاس د محلول د موجودیت شرایط ښئ. مثلاً که په غیر متجانس ساحه کې C نقطه په پام کې ونیسو د C د نقطې سره برابر فشار P_1 لاندې په لوښي کې هم مایع محلول چې ترکیب ئې د b نقطې مطابق یعنې X_1 دی او هم د بړاس محلول چې ترکیب د a نقطې مطابق یعنې y_1 دی په خپل منځ کې د تعادل په حال کې موجود دی. د دغه دواړو فازونو نسبت د رافعې د قاعدې په اساس مساوي کیږي.

$$\frac{\text{د مایع فاز کتله}}{\text{د بړاس کتله}} = \frac{C\,a}{C\,b} \qquad (17-5)$$

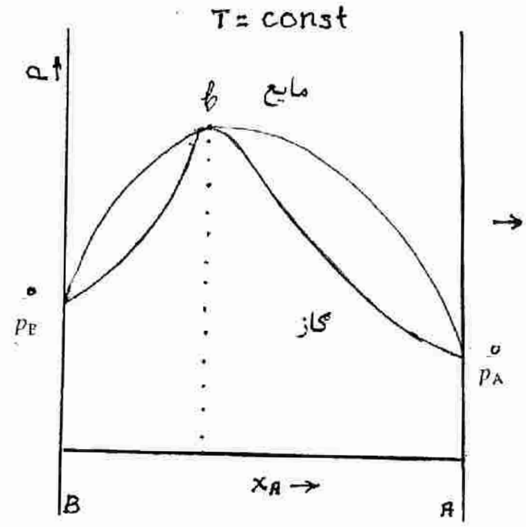
په (17-5) افاده کې $C\,a$ د بړاس د منحني څخه د C د نقطې فاً صله او $C\,b$ د مایع د منحني څخه د C د نقطې فاصله ښيئ.

په (17-15) شکل کې T^{o} (A) د خالصې A مادې د غلیان نقطه او T^{o} (B) د خالصې B مادې د غلیان نقطه ښيئ. په دغه شکل کې لاندینی منحني د مختلفو ترکیبو لرونکو مایع محلولونو د غلیان د شروع کیدو د تودوخو د درجو منحني او پاسنی منحني د غلیان د ختمیدو یا د بړاس د مایع کیدود پیل د تودوخو د درجو منحني دی. د پاسني منحني د پاسه ساحه یوازې د بړاس د فاز د موجودیت شرایط ا و د لاندیني منحني څخه لاندې ساحه یوازې د مایع محلول د موجودیت شرایط او د لاندې او باندې منحنیانو تر منځ ساحه په ځل منځ کې د دوه متعادلو فازونو (مایع محلول او د بړاس محلول) د موجودیت شرایط ښيئ. د دې ساحې په هره نقطه کې د فازونو ترکیب او د فازونو د کتلو نسبت په همغه ډول تعینیږي لکه چې په (17-9) شکل کې تشریح شول.

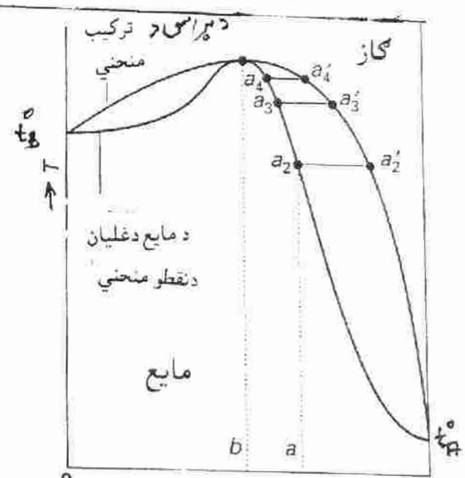
په بعضي محلولو کې د راولت د قانون څخه ډیر زیات انحراف لیدل کیږي د دا ډول محلولونو د بړاس د فشار او ترکیب دیاګرام او هم د غلیان د نقطو او ترکیب دیاګرامونه په (17-11)، (17-12)، (17-13) او (17-14)شکلونو کې ښودل شوي دي. لکه چې لیدل کیږي دلته د (بړاس د فشار – ترکیب) او د (غلیان د نقطو – ترکیب) په دیاګرامونو د اکستري موم (b)نقاط منځ ته راځي. داکستري موم په نقطو کې د مایع او د بخار د فازونو ترکیب یو شی وي. د اکستري موم(b)د نقطې ترکیب لرونکی محلول د خالصې کیمیاوي مادې په شان د تودوخې په ثابته درجه کې غلیان کوي او د ټول مایع محلول د بړاس کیدو پورې د تودوخې دغه درجه تغیر نه کوي. کوم بړاس چې لاس ته راځي ترکیب ئې د مایع محلول سره یو شی وي. دا ډول محلولونه د ایزوتروپ محلولونو په نامه یادیږي پس د ایزوتروپ د محلول اجزا د تقطیر د عملې په واسطه یو د بل څخه مکمل نشي جدا کیدای. د ګبس د فازونو د قاعدې په اساس د(b)په نقطه کې د سیستم د آزادۍ درجه صفر ده. په پورتنیو شکلونو کې د پاس او لاندې منحنیانو تر منځ ساحې غیر متجانس ساحې دې د دې ساحو په شرایطو کې په سیستم کې مایع محلول او د پاسه ورسره د تعادل په حالت کې مشبوع بخار (بړاس). موجود وي.



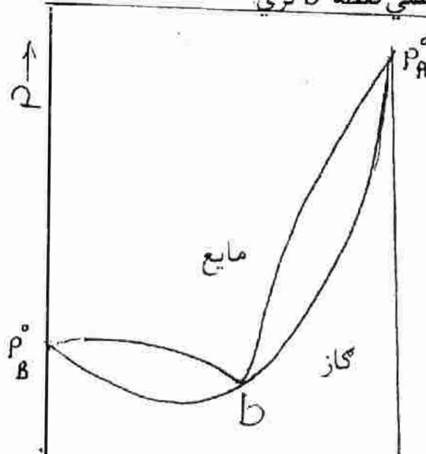
(17-11) شکل: د A او B موادو د (غلیان د نقطو - ترکیب) دیاګرام چې اصغري نقطه b لري.



(17-12) شکل: د A او B موادو د (بړاس د فشار - ترکیب) دیاګرام چې اعظمي نقطه b لري.



(17-13) شکل: د A او B موادو د (غلیان د نقطو - ترکیب) دیاګرام چې اعظمي نقطه b لري.



(17-14) شکل: B , A موادو د (بړاس د فشار - ترکیب) دیاګرام چې اصغري نقطه b لري

د پورتنیو شکلونو څخه معلومیږي چې د عین سیستم د (بړاس د فشار-ترکیب) پر دیاګرام اعظمي نقطه د (غلیان د نقطو -ترکیب) پر دیاګرام د اصغري نقطې سره سر خوري او د (بړاس د فشار -ترکیب) پر دیاګرام اصغري نقطه د (غلیان د نقطو -ترکیب) پر دیاګرام د اعظمي نقطې سره برابریږي.

د ګبس - کانووالوف دویم قانون: د (بړاس د فشار-ترکیب) او د (غلیان د نقطو-ترکیب) پر دیاګرامو د اکستري موم په نقطو کې د مایع محلول او ورسره په تعادل کې د بړاس ترکیب یو شی وي.

پس هغه مواد چې د هغوئ په خپل منځ کې د حل کیدو څخه د ایزوتروپ محلول لاس ته راځي د دغسې محلول اجزا د تقطیر د عملې په واسطه یو د بل څخه مکمل نه شو جدا کولای.

مثلاً په (11-1) شکل کې داسې محلول چې د (غلیان د نقطو- ترکیب) پر دیاګرام ئې اصغري نقطه ده په پام کې نیسو. فرضاً لومړنی محلول د a_1 نقطې ترکیب لري. کله چې دغه محلول ته حرارت ورکړل شي نو د a_2 په نقطه کې په جوش راځی او د a'_2 بړاس ترې جدا کیږي. د غه بړاس چې سوړ شي نو د a_3 ترکیب لرونکې مایع محلول ترې لاس ته راځي دې محلول ته چې حرارت ورکړل شي نو د هغه څخه د a'_3 بړاس لاس ته راځي دغه بړاس چې سوړ شي نو د a_4 ترکیب لرونکي مایع محلول ترې جوړیږي. د a_4 محلول چې جوش شي د لاس ته راغلي بړاس او د باقي پاتې مایع محلول ترکیب دواړه د b نقطې (ایزوتروپ ترکیب) ته رسیږي دغه محلول د تودوخې په ثابته درجه کې جوش کوي او د لاس ته راغلي بړاس ترکیب هم د مایع ایزوتروپ په شان دی. پس دلته په کاندنسات کې د ایزوتروپ محلول جمع کیږي او د تقطیر په فلاسک کې پاتې محلول په ترکیب کې د محلول یو جز (A) زیاتیږي. اوس د (11-13) شکل دیاګرام په پام کې نیسو او د هغه محلول تدریجي تقطیر ګورو چې د (غلیان د نقطو- ترکیب) پر دیاګرام ئې اعظمي نقطه ده. فرضاً لومړنی محلول د a نقطې ترکیب ولري که دې محلول ته حرارت ورکړل شي نو هغه د a_2 په نقطه کې په جوش راځي چې د a'_2 نقطې ترکیب لرونکی بړاس ترې لاس ته راځي.

که دا بړاس مایع او په جدا لوښي کې جمع او دغه مایع بیا تقطیر شي نو د هغې څخه په لاس ته راغلي بړاس کې د A کمپوننت د a_2 په پرتله لا زیات دی. که دا بړاس مایع او بیا تقطیر شي نو بالاخره د خالص A کمپوننت بړاس ترې لاس ته راځي.

کله چې د a_2 ترکیب لرونکې مایع محلول څخه د a'_2 بړاس (چې د A کمپوننت پکې د a_2 محلول څخه زیات دی) جدا شي نو د مایع محلول په ترکیب کې د A مقدار کم او په مقابل کې د B مقدار پکې زیاتیږي یعنې د مایع محلول ترکیب د a_3 نقطې ته تغیر کوي. د a_3 نقطې مایع محلول ته که حرارت ورکړل شي نو د هغه څخه د a'_3 ترکیب لرونکي بړاس جدا کیږي. دا بړاس که د سیستم څخه جدا شي نو په باقي پاتې محلول کې د B مقدار زیاتیږي او د مایع محلول ترکیب a_4 نقطې ته تغیرکوي که دې محلول ته

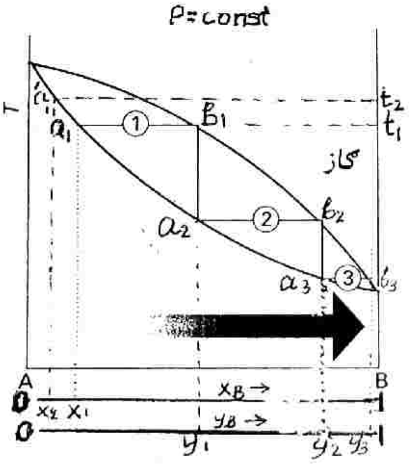
حرارت ورکړل شي نو د هغې څخه $\acute{a}_4$ بړاس جدا کیږي او د باقي پاتې محلول په ترکیب کې د B مقدار نور هم زیاتیږي با الا خره د بړاس او مایع محلول دواړو ترکیبونه د b نقطې یعني د ایزوتروپ ترکیب ته رسیږي. دا محلول د ـ تودوخې په ثابته(او اعظمي) درجه کې غلیان کوي نو ځکه د تقطیر په فلاسک کې ایزوتروپ جمع کیږي او کاندنسات کې د A خالصه ماده لاس ته راځي. پس که د لومړني محلول ترکیب د b او 1 نقطو تر منځ وي نو د دې محلول د تقطیر په وخت کې د A خالصه ماده په کاندنسات کې جمع کیږي او که د محلول لومړنی ترکیب د b او 0 د نقطو تر منځ وي نو دلته د B خالصه ماده په کاندنسات کې جمع کیږي. او په دواړو صورتو کې د محلولو ترکیب د ایزوتروپ ترکیب ته رارسیږي چې د تقطیر په فلاسک کې پاتې کیږي. د ایزوتروپ محلول د اجزاؤ د جدا کولو دپاره کله په دغه سیستم کې دریم کمپوننت وراضافه کوي. مثلاً د ایتایل الکهول او اوبو د ایزوتروپ څخه د خالص ایتایل الکهول د لاس راوړلو په غرض په دغه محلول کې بنزول اضافه کوي. دلته دوه طبقه یي سیستم لاس ته راځي چې د عادي فشار لاندې د تودوخې په ($64{,}9\ \mathring{c}$) درجه کې غلیان کوي. اوس چې دغه سیستم تقطیر شي نو اوبه او بنزول په کاندنسات کې جمع او خالص ایتایل الکهول د تقطر په فلاسک کې پاتې کیږي. د ایزوتروپ د اجزاؤ د جلا کولو دپاره کله هم د کیمیاوي طریقو او بعضاً د تقطیر په جریان کې د فشار د کمولو او زیاتولو څخه هم کار اخلي.

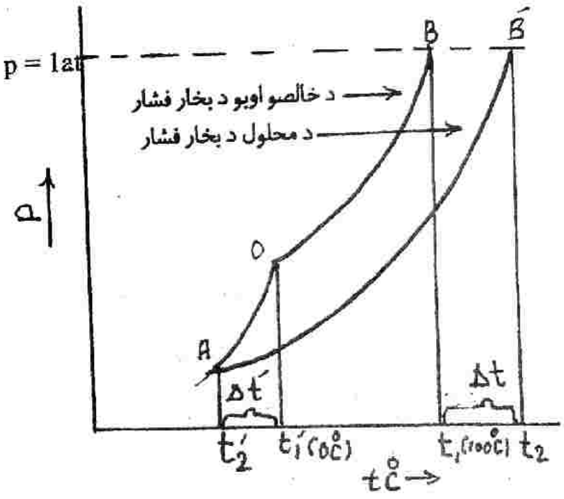
د ګبس ـ ګانووالوف لومړی قانون ـ تدریجي تقطیر:

که مایع محلول او د پاسه ئې مشبوع بړاس د تعادل په حال کې په پام کې ونیسو نو د کانووالوف د لومړي قانون په اساس د مایع محلول په پرتله په بړاس کې هغه کمپوننت زیات وي کوم چې د بړاس فشار ئې زیات او د غلیان نقطه ئې ټیټه وي. مثلاً د A او B مادو تدریجي تقطیر په (16 ـ 11)شکل کې په پام کې نیسو.

که د X_1 ترکیب لرونکی محلول ته حرارت ورکړو نو هغه د a_1 په نقطه کې د تودوخې په t_1 درجه کې په غلیان پیل کوي چې د لاس ته راغلي بړاس ترکیب د b_1 د نقطې مطابق (y_1) دی. لیدل کیږي چې د X_1 په پرتله د y_1 په ترکیب کې د B ماده زیاته ده. یعنې د مایع محلول په پرتله د هغه په بړاس کې د B ماده (چې د بړاس فشار ئې لوړ او د غلیان نقطه ئې ټیټه ده) زیاته ده. کله چې د مایع محلول څخه بړاس ته زیات مقدار د B ماده لاړه شي نو په باقي پاتې مایع محلول کې د A ماده (چې د بړاس فشار ئې کم او د غلیان نقطه ئې لوړه ده) زیاتیږي او په نتیجه کې د مایع محلول ترکیب د X_1 څخه X_2 ته تغیر کوي. که د X_2 ترکیب لرونکی محلول ته حرارت ورکړو نو هغه د $\acute{a}_1$ په نقطه کې د تودوخې په t_2 درجه کې په غلیان پیل کوي او د دې محلول څخه بیا هم زیات مقدار د B ماده بړاس ته ځي او په باقي پاتې مایع محلول کې د A ماده نوره هم زیاتیږي که دا عملیه څو کرته تکرار شي بالاخره د تقطیبر په فلاسک د A خالصه ماده لاس ته راځي. هم د اډول که د y_1 ترکیب لرونکی بړاس سوړ او لاس ته راغلې مایع په جدا لوښي کې جمع شي او بیا دغه مایع ته حرارت ورکړل شي نو هغه د a_2په نقطه کې په غلیان پیل کوي او لاس ته راغلی بړاس د b_2 د نقطې

مطابق د (y_2) ترکیب لري . لیدل کیږي چې د (y_2) په ترکیب کې د(y_1) په پرتله د B مادې مقدار زیات دې که د (y_2) ترکیب لرونکی بړاس سوړ او لاس ته راغلی مایع په جدا لوښي کې جمع او بیا ورته حرارت ورکړل شي نو هغه د a_3 په نقطه کې په غلیان پیل کوي او د هغې څخه د b_3 نقطې ترکیب لرونکی بړاس چې ترکیب ئې د (y_3) سره سر خوري لاس ته راځي . او که دغه عملیه دوام وکړي نو بالخره د دغه محلول د بړاس څخه د B خالصه ماده لاس ته راځي. هغه آله چې په هغې کې د تد ریجي تقطیر عملیه په اتومات ډول اجرا کیږي د ریکتیفیکیشن د کاندنساتور په نامه او په دې ډول د مایع محلول تقطیر کول د ریکتیفیکیشن په نامه یادیږي. د تدریجي تقطیر په واسطه هغه محلولونه چې ایزوتروپ ترکیب نه جوړوي تقطیر کیدا ی شي.





(16-17) شکل: د A او B موادو تدریجی تقطیر : A او B مواد ایزوتروپ محلول نه جوړوی

(15-17) شکل: په اوبو کې د غیر مفرې مادې د غلظت په زیاتیدو سره د محلول د انجماد د نقطی راټیټیدل او د غلیان د نقطی لوړیدل

کریوسکوپي او ایبولو سکوپي :

که غیر مفر مواد په یو محلل (لکه اوبو) کې حل شي نو د لاس ته راغلي محلول د انجماد نقطه t'_2 د خالص محلل د انجماد د نقطې t'_1 په پرتله ټیټه او د غلیان نقطه ئې t_2 د خالص محلل د غلیان د نقطې t_1 په پرتله لوړیږي (۱۷ - ۱۵ شکل). د خالص محلل په پرتله د محلول د انجماد د نقطې راټیټیدل اندازه کول او د لاس ته راغلی تفاوت($\Delta t'$) په مرسته د حل شوي مادې مالیکولي کتله معلومول د کریو سکوپي په نامه او د خالص محلل په پرتله د محلول د جوش د نقطې لوړیدل اندازه کول او د دغه تفاوت (Δt) په مرسته د حل شوې کیمیاوي مادې مالیکولي کتله معلومول د ایبولوسکوپي په نامه یادیږي. د خالص محلل په پرتله د محلول د جوش د نقطې لوړیدل او د انجماد د نقطې ټیټیدل په محلول کې د حل شوې مادې د غلظت (د حل شوې مادې د ذراتو د شمیر) سره مستقیم ارتباط لري. دغه ارتباط په لاندې فورمولو کې ښودل شوی دی.

$$\Delta t' = K m \;,\; \Delta t = E m \quad (۱۷-۶)$$ غیر الکترولیت محلول کې

$$\Delta t' = i K m \;,\; \Delta t = i E m \quad (۱۷-۷)$$ په الکترولیت محلول کې

په پورتنیو فورمولو کې m د محلول مولا لي غلظت $\Delta t = (t_2 - t_1)$ د خالص محلل په پرتله د محلول د غلیان د نقطې لوړیدل ، $\Delta t' = (t'_2 - t'_1)$ د خالص محلل په پرتله د محلول د انجماد د نقطې ټیټیدل ، E د ایبولوسکوپیک ثابت په نامه او K د کریبو سکوپیک ثابت په نامه یادیږي. د دې ثابتونو قیتونه د مختلفو محللولو دپاره په جدولونو کې ورکړل کیږي. په (۱۷ - ۷) افاده کې i ښیي چې د یو مالیکول څخه عملاً څو ذرات په محلول کې لاس ته راځي. i د الکترولیت د انفکاک د درجې سره داسې اړیکې لري.

$$i = 1 + \alpha (j - 1)$$

دلته α. د الکترولیت د انفکاک درجه j ښئ چې په نظري ډول د یو مالیکول د انفکاک څخه په محلول کې څو ذّرې لاس ته راتلای شي. د خالص محلل په پرتله د محلول د غلیان د نقطې لوړیدل او د هغه د انجماد د نقطې ټیټیدل د اوبو د محلول دپاره په (۱۷ - ۱۵)شکل کې ورکړل شوی دی. په دغه شکل کې د AO منحنې د کنګل د پاسه د بړاس فشار د OB منحني د خالصو مایع اوبو د پاسه د مشبوع بړاس فشار او $A'B'$ منحني د محلول د پاسه د مشبوع بړاس فشار ښئ. پوهیږو چې یوه مایع هغه وخت په جوش راځي چې د

هغې د بړاس فشار د خارجي فشار سره مساوي شي. كه خارجي فشار (P = 1 atm) وي نو خالصې اوبه د B په نقطه د تودوخې په t_1 (t_1 = 100 c) درجه كې په جوش راځي . او محلول د B' په نقطه د تودوخې په t_2 درجه كې غليان كوي د محلول د غليان درجه د محلل په پرتله د Δt په اندازه لوړه ده. د خالصو او بو كنګل په t'_1 (t'_1 = 0 c) درجه اومحلول ئ په t'_2 درجه كې ويلي كيږي
دلته د اوبو په پرتله د محلول د ويلي كيدو د تودوخې درجه د $\Delta t'$ په اندازه ټيټه ده.

په مايع كې د ګاز پر انحلال د فشار تاثير:

ګازات په محدوده اندازه په مايعاتو كې حل كيږي. په مايعاتو كې د ګازاتو د حل كيدو اندازه هم د مايع محلل او هم د حل كيدونكي ګاز په طبيعت پورې اړه لري. مثلاً غير قطبي ګازات په غير قطبي محللو كې د قطبي محللو په پرتله ښه حل كيږي. د خارجي عواملو څخه فشار او د تودوخې درجه په مايع محللو كې د ګازاتو په حل كيدو ډير تاثير لري.

د تودوخې په ثابته درجه كې په مايع محلل كې د ګاز د حل كيدو اندازه د هنري د معادلې په اساس (4 – 17) په لاندې ډول افاده كيږي.

$$X_{(B)} = (1 / K_{(B)}) \cdot P_2$$

$$X_{(B)} = K P_2 \quad \ldots (17-4)$$

په اخري افاده كې $X_{(B)}$ په مايع محلول كې د حل شوي ګاز اندازه (مولي قسمت)، P_2 د محلل د پاسه د حل كيدونكي ګاز جزئي فشار (يا عمومي فشار) او $K = 1 / K_{(B)}$ يو ثابت عدد دى چې عددي قسمت ئې د مايع محلل او حل كيدونكي ګاز په طبيعت، د سيستم د تودوخې په درجه اود محلول د غلظت په افادې پورې اړه لري. د (4 – 17) معادلې څخه معلوميږي چې د حل كيدونكي ګاز د فشار د زياتيدو سره د دغه ګاز ډير مقدار په مايع كې حليږي.

كه په مايع محلول كې د ګاز غلظت په C او د ګاز په فاز كې ئې غلظت په Cg وښودل شي نو دا چې د ګاز په فاز كې د ګاز غلظت د هغه د جزئي فشار سره مستقيماً متناسب ($p_2 \approx Cg$) دى پس د هنري معادله په لاندې شكل ليكلاى شو.

$$C / Cg = Kg \quad \ldots\ldots (17-8)$$

دا چې په یوه محلل کې د حل شوې مادې د معینې کتلې غلظت د محلل د حجم سره معکوس تناسب لري نو)
(8 - 1۷افاده داسې لیکو:

$$Vg\ /\ Vs = K \quad ...... \quad (1۷ - 8')$$

په اخري افاده کې Vg د گاز د فاز حجم ، Vs د مایع محلول حجم اوK په مایع محلل کې د گاز د جذبیدو (حل کیدو)، د ضریب په نامه یادیږي. په (1- 11) جدول کې د تودوخې په مختلفو درجو کې په اوبو کې د بعضې گازاتو انحلالیت ورکړل شوی دی. (8 -1۷) او(8 - 1۷) افادې د کم حل کیدونکو گازاتو (د رقیقو محلولونو) دپاره په کار راځي. هغه گازات چې د حل کیدو په جریان کې کیمیاوي تغیر کوي په مایع محلول کې د دغسې گاز انحلالیت د هنرې د قانون په اساس نه افاده کیږي.

(1- 1۷) جدول: د ثابت فشار (P = 1atm) لاندې د تودوخې په مختلفو درجو کې په اوبو کې د بعضې گازاتو د حل کیدو اندازه

t. c	K = Vg / Vs (273 / T)				
	H_2	O_2	CO_2	H_2S	SO_2
0	0,0215	0,0489	1 ,71	4 , 67	79,8
20	0,0182	0,028	0 878	2,58	39,4
40	0,0164	0,0118	0,530	1, 66	18,8
60	0,016	0,0102	0,359	1,19	10,16

په مایع محلول کې د گاز پر حل کیدو د تودوخې اثر:

د ثابت فشار لاندې د تودوخې د درجې د لوړیدو سره په مایع کې د گاز انحلال کمیږي دغه ارتباط د (86 -11) افادې څخه په لاندې ډول لاس ته راځي، که د ثابت فشار لاندې په یو محلل کې د حل کیدونکې مادې د حل کیدو او بیرته جدا کیدو د جریان د تعادل ثابت په Kp او په مشبوع محلول کې د دغې مادې د یو مول د حل کیدو تودوخه په ΔH وښودل شي نو د (86 - 11) معادلې په اساس لیکو:

$$d\,Ln\,Kp\ /\ dT = \Delta \overset{o}{H} / RT^2 \quad ...... \quad (11 - 86')$$

که د خالصي کیمیاوي مادې (B) انحلال په پام کې ونیسو نو د مشبوع محلول او د خالصي کیمیاوي مادې تر منځ د تعادل په وخت کې لیکو.

$$\text{مشبوع محلول} \underset{n(B)}{\overset{n(B)}{\rightleftharpoons}} \text{خالصه B ماده}$$

یعنې د تعادل په وخت کې د n په شمیر مالیکولونه د خالصې B مادې د فاز څخه مشبوع محلول ته او د محلول څخه بیرته د n په شمیر د B مادې مالیکولونه خالصې B مادې ته راځي.
که د حل کیدونکې مادې غلظت (مولي قسمت) په محلول کې په X او په خالص فاز کې په (B) X
(1 = X(B))و ښودل شي نو په غیر متجانس سیستم کې د انحلال د عملیې د تعادل ثابت K p مساوي کیږي

$$Kp = \frac{X}{X_{(B)}} = X$$

$$Kp = X$$

اوس د Kp قیمت په (11 − 96) معادله کې ږدو او لیکو:

$$d\,Ln\,X / dT = \Delta H / RT^2 \qquad (11 - 9)$$

که فرض شي چې ΔH د تودوخې د درجې سره ډیر تغییر نه کوي نو اوس که د (9 −11) معادلې انتګرال ونیول شي نو لیکو چې:

$$Ln\,X = -\Delta H / RT + C \qquad (11 - 9)$$

$$Ln(X_{T2} / X_{T1}) = (-\Delta H / R)(1/T_2 - 1/T_1) \qquad (11 - 9)$$

دا چې په مایع محلل کې د ګاز د حل کیدو په جریان کې تودوخه آزادیږي (0 > ΔH)نو د (9 − 11) معادلې څخه معلومیږي چې د تودوخې د درجې د لوړیدو سره په مایع محلل کې د ګاز انحلال کمیږي. که د یو ګاز انحلال د تودوخې په T1 درجه کې وپیژنو نو د (9 − 11) معادلې په مرسته کولای شو چې د دغه

ګاز انحلال د تودوخې په T2 درجه کې هم حساب کړو. باید زیاته کړو چې د عین فشار او د عین تودوخې د درجې لاندې د عین ګاز انحلال په خالص محلل او په محلول کې فرق کوي. مثلاً د کلوریـن انحلال په خالصو اوبو کې د سودیم کلوراید د محلول په پرتله زیات دی.

په مایعاتو کې د جامداتو پر انحلال د تودوخې اثر:

اکثره جامدات په محدوده اندازه په مایعاتو کې حل کیږي. دلته د حل کیدونکې جامدې مادې او د مایع محلل طبیعت ډیر رول لري. او پرته له دې د تودوخې درجه د جامد نې مادې پر انحلال هم اثر کوي(9 - 11) .

پاس مو وویل چې د ګازاتو د انحلال عملیه اکزوترمیک ده دا ځکه چې د ګاز مالیکولونه یو د بل څخه جدا جدا او کله چې دغه مالیکولونه مایع محلل ته داخل شي نو د محلل او حل کیدونکی ګاز د مالیکولونو د متقابل تاثیر(سلوا تیشن) په نتیجه کې تودوخه آزادیږي. خو جامد مواد اکثراً د کرسټل په حالت وي او کله چې کرسټل محلل ته ورولویږي نو د محلل د مالیکولونو په زور لومړی د جامدې مادې کرسټلي جالۍ رنګیږي او په دی جریان کې انرژي (تودوخه) جذبیږي ($\Delta H_1 > 0$) بیا د جامدې مادې د کرسټل څخه آزاد شوي ذرات(اتومونه، ایونونه، مالیکولونه) د محلل د مالیکولو په واسطه سلوا تیشن کیږي او په دې مرحل کې تودوخه آزادیږي($\Delta H_2 \leq 0$) پس د جامدې مادې د حل کیدو د جریان حرارتی اثر ΔH ($\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$)دی. په اکثرو جامدو موادو کې د ΔH_1 عددي قیمت د ΔH_2 د عددي قیمت څخه زیات. او ($\Delta H > 0$) وي نو ځکه د (9 - 11) معادلې په اساس د جامدو کیمیاوي موادو انحلالیت د تودوخې د درجې د لوړیدو سره زیاتیږي . په ایدیال محلولونو کې سلواتیشن د عملیې تودوخه صفر او د انحلال تودوخه د حل کیدونکې جامدې مادې د ذوب د تودوخې($\Delta f H$) سره مساوي ده. پس د ایدیال محلول دپاره (9 - 11) معادله داسې لیکو:

$$d\,Ln\,X / dT = \Delta f H / RT^2 \quad ... \qquad (9-12)$$

که X° ($X^\circ = 1$) د خالصې کیمیاوي مادې غلظت د تودوخې د ذوب په درجه Tf کې او X په محلول کې د T په درجه کې د دغه مادې غلظت (مولي قسمت). وی او که د T او Tf تر منځ واټن کې د $\Delta f H$ قیمت ثابت فرض شي او د (9 - 12) معادلې معین انتګرال ونیول شي نو لیکو چې:

$$Ln\,X = - \frac{\Delta f H \; (T_f - T)}{R\,T_f \, . \, T} \qquad (9-13)$$

گاز انحلال د تودوخې په T2 درجه کې هم حساب کړو. باید زیاته کړو چې د عین فشار او د عین تودوخې د درجې لاندې د عین گاز انحلال په خالص محلل او په محلول کې فرق کوي. مثلاً د کلوریـن انحلال په خالصو اوبو کې د سودیم کلوراید د محلول په پرتله زیات دی.

په مایعاتو کې د جامداتو پر انحلال د تودوخې اثر:

اکثره جامدات په محدوده اندازه په مایعاتو کې حل کیږي. دلته د حل کیدونکې جامدې مادې او د مایع محلل طبیعت ډیر رول لري. او پرته له دې د تودوخې درجه د جامدې مادې پر انحلال هم اثر کوي(۹ – ۱۷).

پاس مو وویل چې د گازاتو د انحلال عملیه اکزوترمیک ده دا ځکه چې د گاز مالیکولونه یو د بل څخه جدا جدا او کله چې دغه مالیکولونه مایع محلل ته داخل شي نو د محلل او حل کیدونکی گاز د مالیکولونو د متقابل تاثیر(سلوا تیشن)، په نتیجه کې تودوخه آزادیږي. خو جامد مواد اکثراً د کرستل په حالت وي او کله چې کرستل محلل ته ورولویږي نو د محلل د مالیکولونو په زور لومړی د جامدې مادې کرستلي جالۍ ړنگیږي او په دی جریان کې انرژي (تودوخه) جذبیږي ($\Delta H_1 > 0$)بیا د جامدې مادې د کرستل څخه آزاد شوي ذرات(اتومونه، ایونونه، مالیکولونه) د محلل د مالیکولو په واسطه سلوا تیشن کیږي او په دې مرحل کې تودوخه آزادیږي($\Delta H_2 < 0$) پس د جامدې مادې د حل کیدو د جریان حر ارتی اثر ΔH ($\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$)دی. په اکثرو جامدو موادو کې د ΔH_1 عددي قیمت د ΔH_2 د عددي قیمت څخه زیا ت، او ($\Delta H > 0$) وي نو ځکه د (۹ – ۱۷) معادلې په اساس د جامدو کیمیاوي موادو انحلالیت د تودوخې د درجې د لوړیدو سره زیاتیږي. په ایدیال محلولونو کې سلواتیشن د عملیې تودوخه صفر او د انحلال تودوخه د حل کیدونکې جامدې مادې د ذوب د تودوخې($\Delta_f H$) سره مساوي ده. پس د ایدیال محلول دپاره (۹ – ۱۷) معادله داسې لیکو:

$$d \ln X / dT = \Delta_f H / RT^2 \quad \ldots \qquad (۹ – ۱۷)$$

که X° ($X^\circ = 1$) د خالصې کیمیاوي مادې غلظت د تودوخې د ذوب په درجه T_f کې او X په محلول کې د T په درجه کې د دغه مادې غلظت (مولي قسمت)، وی او که د T او T_f ترمنځ واټن کې د $\Delta_f H$ قیمت ثابت فرض شي او د (۹ – ۱۷) معادلې معین انتگرال ونیول شي نو لیکو چې:

$$\ln X = - \frac{\Delta_f H \; (T_f - T)}{R T_f \, . \, T} \qquad (۹ – ۱۷)$$

(۱۷-۹) افاده هم د شردر د افادې په نامه یادیږي. که د یوې مادې د Tf او ΔfH قیمتونه د جدول له مخې وپیژنو نو (۱۷-۹) معادلې په مرسته کولای شو چې د دغه. مادی انحلالیت د تودوخې په T درجه کې په نظري ډول حساب کړو.

په مایع محلل کې د جامدې مادې پر انحلال د فشار اثر:

په مایع محلول کې د جامدې مادې پر انحلال کم فشار دومره اثر نه لري. ولې په لوړو فشارونو کې په مایع محلول کې د جامدې مادې انحلال د فشار د تغیر سره فرق کوي. دلته د جامدې مادې د انحلالیت او د فشار ارتباط د پلانک ـ وان لارد معادلې په واسطه داسې ښودل کیږي.

$$(\partial \ln X / \partial P)_T = -\Delta V_2 / RT \quad \ldots \ldots \quad (۱۷-۱۰)$$

په (۱۷-۱۰) افاده کې (ΔV_2) په مشبوع محلول کې د جامدې مادې د حجم زیاتوالي (T = const) ښیي. دا چې د کرستل په پرتله په مشبوع محلول کې د جامدې مادې حجم زیات ($\Delta V_2 > 0$) دې پس د (۱۷-۱۰) معادلې ښی طرف منفي دی نود هغې چپ طرف هم باید منفي وي یعنې د جامدې مادې د حل په جریان کې د خارجي فشار زیاتول ($dP > 0$) د ($d\ln X$) یعنې د X د قیمت د کمیدو سبب ګرځي او برعکس.

د کیمیاوي موادو د خواصو او جوړښت د څیړنې فزیکي ـ کیمیاوي میتودونه:

په دې میتودونو کې د سیستم د ترکیب او فزیکي خواصو مقدارګی ارتباط په ګراف کې ښودل کیږي. د ګراف په تدریجي تغیر کې د توپیر تغیر د رامنځ ته کیدو له مخې په سیستم کې د فازي اوښتون. یا د نویو کیمیاوي موادو جوړیدل او یا د نورو تغیراتو په هکله قضاوت کیږي. په متجانسو سیستمونو کې اپټیکي، حرارتي، برقي، میخانیکي، مقناطیسي او نورو فزیکي خواصو تغیر د سیستم د ترکیب د تغیر سره او په غیر متجانسو سیستمونو کې د بړاس فشار ، د غلیان د تودوخې درجه او د ویلي کیدو د تودوخې درجه او نور د سیستم د ترکیب د تغیر سره څیړل کیږي.

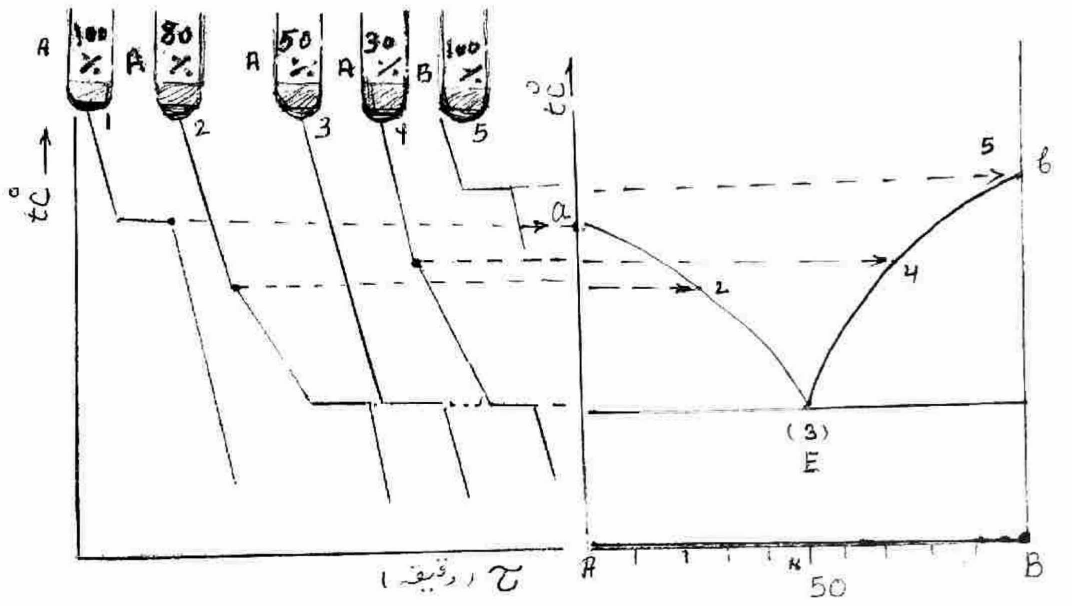
فزیکي ـ کیمیاوي میتودونه د کیمیاوي میتودو په پرتله ډیرې ښیګڼې او آسانتیاوې لري. مثلاً یوه کیمیاوي ماده چې په څو کمپوننته سیستم (لکه محلول) کې منځ ته راځي (.نوې جوړیږي). که د دغه مادې خواص او جوړښت څیړل کیږي نو په کیمیاوي میتود کې لازمه ده چې دغه ماده په خالص ډول د محلول

څخه رابهر کړو. په داسې حال کې چې اکثره کیمیاوي مواد چې په محلول کې منځ ته راځي يوازې په محلول کې ثابت وي او د محلول څخه بهر ئې ترکيب تغير کوي. ولې په فزيکي ـ کيمياوي ميتودو کې د دغه کيمياوي مادې د محلول څخه رابهر کولو ته ضرورت نشته. ځکه چې په دې ميتودو کې د سيستم د ترکيب د تغير سره د يو ځانګړي خاصيت د تغير په هکله او د هغې له مخې د سيستم داخلي جوړښت يا نورو مشخصاتو په هکله قضاوت کيږي.

حرارتي تحليل:

حرارتي تحليل د فزيکي ـ کيمياوي ميتودو له جملې څخه دی په دې ميتود کې د فزيکي خاصيت په حيث د سيستم (محلول) د ويلي کيدو نقطه په پام کې نيول کيږي او د دوه مثلاً(B) او (A) موادو مختلف غلظت لرونکو محلولو د ذوب (ويلي کيدو) نقطې عملاً پيدا کوي او بيا د (تودوخې درجه ـ ترکيب)ګراف چې دلته د ذوب د دياګرام په نامه ياديږي ، رسم کوي. د A او B د دوه کمپوننته سيستم د ذوب دياګرام کوم چې دواړه کمپوننتونه د ذوب په حالت کې يو په بل کې په هر نسبت حل او په جامد حالت کې جدا کرستلونه جوړوي په (۷/ -- 11) شکل کې ښودل شوي دي. په داسې سيستمو کې د مايع محلول د کرستل کيدو د پيل د تودوخې درجه په حقيقت کې هغه درجه ده چې په هغې کې محلول د محلل په نسبت مشبوع کيږي. په دې محلول کې د حل شوې مادې مقدار د دغه مادې د انحلاليت په نامه ياديږي. که د حل کيدونکې مادې د ذوب تودوخه ($\Delta f H$) ثابت فرض شبې نو په (۷/ - 11) شکل کې د a E منحنۍ د A په محلل کی د B مادې د رقيقو محلولو دپاره د شردر د معادلې (۹ - 11) په اساس په نظري ډول هم رسم کولای شو. يعنې د شردر په معادله (۹ - 11) کې X ته د A او N تر منځ (۷/ -- 11 شکل) مختلف قيمتونه ورکوو او د هر ترکيب مطابق د تودوخې هغه درجه(T) حسابوو چې په هغې کې دغه محلول مشبوع کيږي. بيا د هر ترکيب مطابق د محاسبه شوي T قيمت په ګراف کې ږدو او د a E منحني لاس ته راوړو په همدې ترتيب د b E منحني لاس ته راځي. ولې د (۷/ - 11) شکل د دياګرام د لاس ته راوړلو دپاره د خالصو A او B مادو او د هغوئ د محلولو د ذوب نقاط معمولاً. عملاً تعينيږي او د دې کار دپاره دوه ميتوده په کاروي:

۱ - په سترګو ليدل : په دې ميتود کې د موادو د کرستل کيدو پيل يعنې د محلول خړ کيدل په سترګو ليدل کيږي.



شکل: (۱۷-۱۷) د غیر ایزومورف موادو

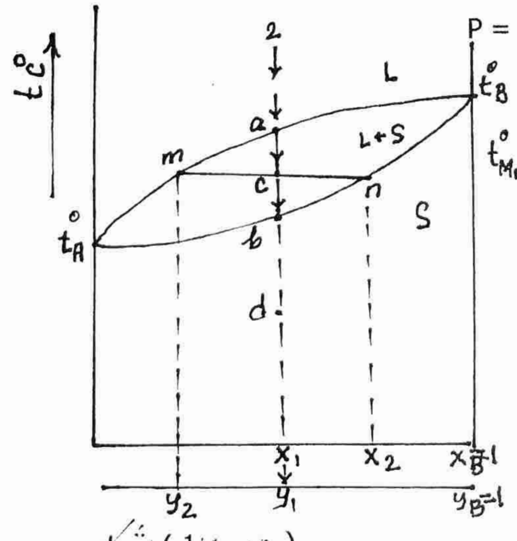
د ذوب دیاګرام

۲ - د (تودوخې د درجې - وخت) ګرافونه: په دې میتود کې ذوب شوي مواد په مناسب سرعت سړوي او د سړیدو په جریان کې د تودوخې درجه د وخت په معینه وقفه کې اندازه کوي او بیا د ($t - \tau$) ګراف رسموي (۱۷-۱۷ شکل). د خالصې کیمیاوي مادې د ($t - \tau$) پر ایزوبار فقط یوه وقفه(پر 1 او 5 ایزوبارونو هغه مستقیم الخط قسمتونه چې د T د محور سره موازي دي) اودمحلول پر ایزوبارونو دوه وقفې(پر 2 او 4 ایزوبارونو لمړی وقفه دمستقیم خط دکږیدو په شکل او دویمه وقفه ددغه ایزوبارونو هغه مستقیم الخط قسمتونه چې د T دمحور سره موازی دی) رامنځ ته کیږي. پر 1 او 5 ایزوبارونو د τ د محور سره موازي مستقیم الخط قسمتونه ښئ چې د خالصې مادې مذابه چې په کرستل کیدو پیل وکړي نو تر څو چې ټوله مذابه نه وي کرستل شوي د سیستم د تودوخې درجه تغیر نه کوي. او د محلول پر ایزوبار دوه وقفې دا معنی لري چې د محلول کرستل کیدل د تودوخې په یوه. درجه کې پیل او د تودوخې په بله درجه کې ختمیږي. د ($t - \tau$) د ګرافونو په مرسته د موادو د ذوب(ویلي) کیدو د پیل او ختم د تودوخې درجې په دقیقه توګه معلومیدای شي. له دې وروسته د ($t - \tau$) پر ګرافونو رامنځ ته شوي کنجونه د (تودوخې ددرجې - ترکیب) کواردیناتو ته نقلوي او په دې ترتیب د امتحاني موادو د محلولونو د ذوب دیاګرام(۱۷-۱۷ شکل) لاس ته راوړي.

د جامد او مایع سیستمونو د حالت دیاګرام:

د دوه کمپوننته سیستم پر حالت درې پارامترونه(P , T , C) اثر لري. خو څرنګه چې د جامد او مایع موادو حالت د فشار د تغیر سره دومره زیات تغیر نه کوي نو کیدای شي چې د دوه کمپوننته سیستمونو د حالت دیاګرام د دوه پارامتونو(T , C) په مرسته لاس ته راوړو. په دې صورت کې د T او C په کواردیناتونو کې دوه بعده دیاګرام د سطحې پر مخ لاس ته راځي چې ډیر ساده شکل لري.

۱ ـ د ایزو مورف موادو د ذوب دیاګرام: هغه کیمیاوي مواد چې د جوړښت ذرات (اتومونه ایونونه او مالیکوله) ئې د لوی والي، هندسي شکل او د ذراتو تر منځ رابطو له لحاظه یو بل ته ورته وي د ایزومورف موادو په نامه یادیږي. داسې مواد د مذابې په حالت کې په هر نسبت یو په بل کې حل او کله چې ساړه شي نو بیا هم جامد محلولونه ترې لاس ته راځي. مثلاً طلا او پلاتین چې جامد او هم مایع محلول جوړولای شي. د ایزوموروف سیستمونو د ذوب دیاګرامونه په (۱۷-۱۸)) او (۱۷-۱۹) شکلونو کې ښودل شوي دي.



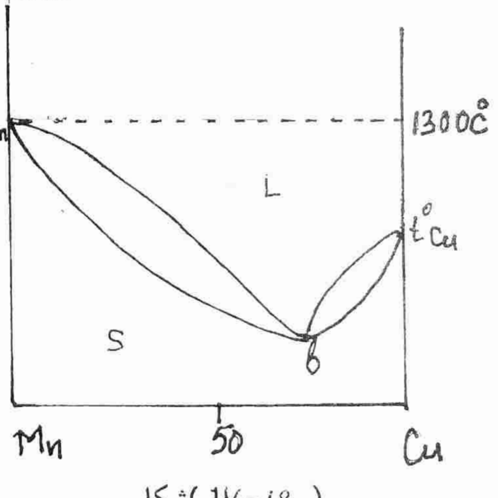
(۱۷-۱۹) شکل

د ایزو مورف موادو دذوب دیا ګرام

X ـ د جامد فاز ترکیب (مولی قستت)

Y ـ د مایع فاز ترکیب (مولی قسمت)

L- مایع فاز , S - جامد فاز



(۱۷-۱۸)شکل

د منګان او مس

د ذوب دیاګرام

L - مایع فاز

S - جامد فاز

(1۷- 18)او (1۷ - 19) شکلونه د ایزومورف سیستمونو د ذوب دیاگرامونه ښئ. په دې دیاگرامو نو کې د L ساحه فقط د مایع فاز د S ساحه یوازې د جامد فاز او د لاندې او باندې منحنیانو تر منځ ساحه د دوه متعادلو فازونو ($L + S$) د موجودیت شرایط ښئ. پاسنی منحني د مایع محلولونو د کرستل کید و د پیل د تودوخې درجې ($t_{kr} = f(y)$ او لاندینی منحني د جامد محلولو د ذوب کیدو د پیل د تودوخې درجې ($t_f = f(X)$ ښئ. پاسنی منحني د مایع کیدو د منحني او لاندینی منحني د جامد کیدو د منحني په نامه یادیږي . پاسنی منحني د مایع فاز د کرستل کیدو پیل او د جامد فاز د ویلي کید.و ختم ښئ. ا و لاندیني منحني د جامد فاز د مایع کیدو پیل او د مایع فاز د کرستل کیدو ختم ښئ.

مثلاً یو مایع محلول چې ترکیب ئې د (2) نقطې (Y_1) سره برابر دي سړوو د ا محلول د پاسني منحني د a په نقطه کې په کرستل کیدو پیل کوي د سیستم سړیدو ته ادامه ورکوو د C په نقطه کې په سیستم کې (.په لوښي کې) هم جامد او هم مایع فاز موجووي چې د دغه فازونو د کتلو نسبت د رافعې د قاعدې په اساس مساوي کیږي:

$$\frac{\text{د مايع فاز كتله}}{\text{د جامد فاز كتله}} = \frac{C_n}{C_m}$$

دمایع فاز ترکیب د m دنقطی مطابق y_2 اود جامد فاز ترکیب د n د نقطی مطابق X_2 سره سر خوری

د دغه سیستم سړیدو ته که ادامه ورکړو نو مایع فاز د b په نقطه کې تقریباً ختم دی او د b د نقطې لاندې مثلاً د d په نقطه کې په لوښي کې فقط د جامد محلول کرستلونه موجود وي . اوس که دې لوښي ته چې د d ترکیب لرونکي کرستلونه پکې دي حرارت ورکړو نو د b په نقطه کې دویلی. کیدو نښې راڅرګندیږي د C په نقطه کې په سیستم کې د جامد او مایع دواړه فازونه موجود وي د a په نقطه کې تقریباً ټول کرستلونه ذوب کیږي اوپه (2)نقطه کی په لوښی کی یوازی مایع فاز موجود وی

په (1۷ – 19)شکل کې t°_A د A خالصې مادې د ذوب نقطه t°_B د B خالصې مادې د ذوب نقطه ښئ. او په (1۷- 18) شکل کې t°_{Mn} د خالص منګان او t°_{Cu} د خالص مس د ویلي کیدو نقطې ښئ. د A او B موادو مایع محلول (1۷ – 19 شکل)څخه د تدریجي کرستل کولو (اکه تدریجي تقطیر په شان) د عملیې په واسطه د A او B خالص مواد لاس ته راتلای شي. خو د Mn او Cu مایع

محلول چې ایزوتروپ ترکیب جوړوي د تدریجي کرستل کولو په واسطه Mn او Cu یو د بل څخه کاملاً نشو جدا کولای.

سوال 1 : دطلا او پلا تین دذوب دیا گرام په (A - 1V) شکل کی وګوری او لاندی سوالونوته جواب ورکړی :

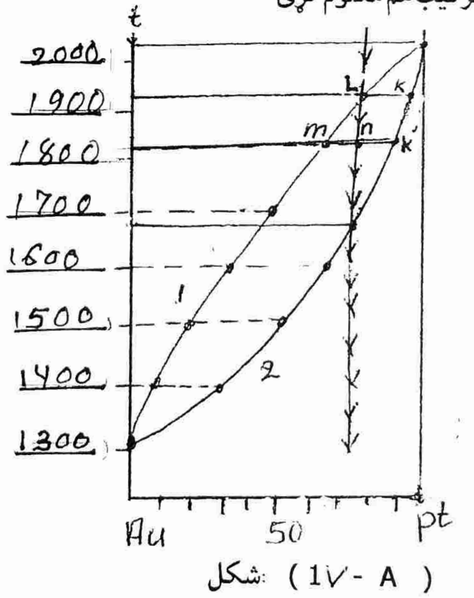
الف – هغه مذابه چی 75 فیصده پلا تین لری دتودوخی په کومه درجه کی په کرستل کیدو پیل کوی

ب – نوموړی مذاب دتودوخی په کومه درجه کی کاملا منجمده کیږی

ج - هغه کرستلونه چی دنوموړی مذابی څخه دمنجمد کیدو په پیل کی جدا کیږی کوم ترکیب لری

د – که د57 فیصده پلاتین لرونکی مذابی دری کیلو ګرامه دتودوخی تر 1833 k پوری سره شی نو څو ګرامه طلا او څو ګرامه پلاتین په جامد او څو ګرامه طلا او څو ګرامه پلاتین به په مایع فاز کی موجود وی

ه – د نوموړی مذابی د اخری قطری ترکیب هم معلوم کړی



شکل: (A - 1V)

حل :

په (A - 1V)شکل کی 1 منحنی دمذابی دکرستلکیدو پیل او 2 منحنی دمذابی دکرستل کیدو ختم ښیی یا په بل عبارت 1 منحنی دکرستلونو دذوب کیدو ختم او 2 منحنی دکرستلونو د ذوب کیدو پیل ښیي

الف- د (A - 1V)شکل څخه معلومیږی چی 75 فیصده پلاتین لرونکی مذابه د تودوخی په 1925 k کی په کرستل کیدو پیل کوی

ب - په دغسې سستمونوکې دکرستل کيدو عمليه هلته پای ته رسيږي کله چې دجامد فازترکيب دلمړنی مايع فاز دترکيب سره برابر شي پس د 75فيصده پلاتين لرونکې مذابې کرستل کيدل دتودوخې په 1688 k کې ختميږي

ج - 75 فيصده پلاتين لرونکی مذابه د L په نقطه کې په کرستل کيدو پيل کوي لکه چې په شکل کې ښکاری د L k ايزوترم 2 منحنی د k په نقطه کی قطع کوی د k دنقطی دکوارديناتو څخه داولين کرستل په ترکيب کې 92 فيصده پلاتين لاس ته راځي

د - 75 فيصده پلاتين لرونکی مخلوط دتودوخې په 1833 k; کې د دوه فازونو (جامد او مايع) څخه جوړه دي داچې دټول سستم وزن دری کيلوګرامه دی نو که دجامد فاز وزن په X وښودل شي پس دمايع فازوزن (3 - X) کيږي پس درافعی دقاعدی په اساس ليکو :

$$m(s)/m(L) = mn/nk = X/(3-X) = 7/5 = 1,4$$

$$X = 1,75\ kg$$

د (1v - A) شکل څخه معلوميږي چې دحرارت په 1833k کې دجامد فاز ترکيب (12 %) Au , (88%) Pt دی پس په جامد فاز کی د طلا او پلاتين مقدار مساوی کيږي

پلاتين = 1,75 . 0,88 = 1.535k

طلا = 1,75 . 0,12 = 0,215 kg

په مايع فازکې (57 %) Pt , Au (43 %) دی پس په مايع فاز کې دطلا او پلاتين مقدار مساوی کيږي

پلاتين = (3 – X) . 0,57 = 0712 kg

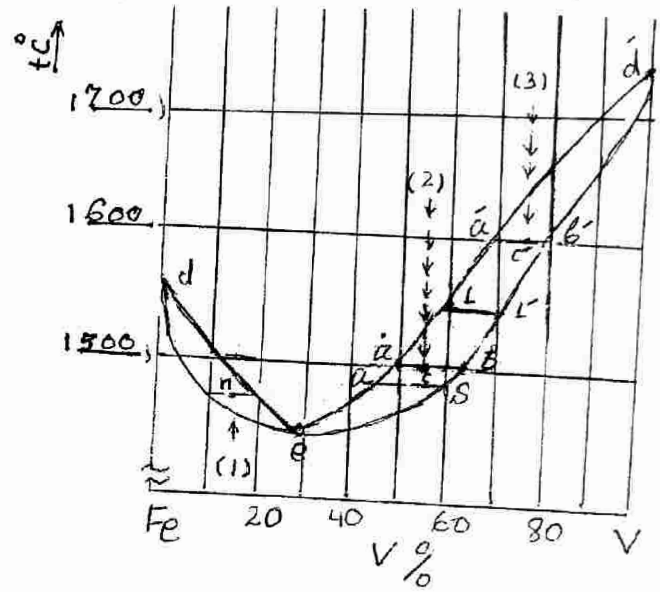
طلا = (3 – X) . 0,43 = 0,537 kg

سوال 2 : په (1v- B)شکل کی داوسپنې او ناديم دذوب ديا ګرام ورکړل شوی دی دغه دياګرام له مخې لاندی سوالونو ته جواب ورکړئ

الف – که 55 فيصده وناديم لرونکې مذابه تر 1500c پوري سړه شي نو ددغه مذابې څومه برخه به جامده شي

ب - که یو کیلو گرام مذابه چی 75 فیصده ونادیم لری تر ċ 1600 پوری سړه شی نو څومره ونادیم به جامد شی

ج – که 500گرامه الیاژچی 15 فیصده ونادیم لری تر ċ 1475 پوری گرم شی‌نو په مایع فاز کی به څومره اوسپنه وی



شکل: (1v - B)

حل :

الف – د 2 نقطي ترکیب لرونکي مذابه د c تر نقطي پوري سړوو اوس نو په دي لوښي کي هم جامد فاز چي ترکیب ئ د b دنقطي سره برابر دي او هم مایع فاز جي ترکیب ئ د a دنقطي سره سر خوري موجود دي که دجامد فاز کتله په s اود مایع فاز کتله په L وښودل شي نو درافعی دقاعدې‌په اساس د (1v-B) شکل څخه لیکو :

$$S / L = 5 / 8$$

که دټول سستم کتله یو ومنو نو لیکو :

$$S + L = 1 \;, \quad L = 1 - S$$

دپورتنیو دوه معادلو څخه لرو

$$S / (1 - S) = 5 / 8 , \quad S = 5 / 13$$

پس که 55 فیصده ونادیم لرونکي مذابه تر 1500 پوري سره شي نودهغي 13 / 5 برخه به جامده شي
ب – د جامد فاز مقدار درافعی دقاعدی په اساس داسی پیدا کوو:

$$S / (1000 - S) = 6 / 4 , \quad S = 600 g$$

(B - 1v) شکل څخه معلومیږی چی د نودوخی په 1600 c (د c′ پـه نقطه)کیجامد فاز 79 فیصده ونادیم لری او څرنگه چی د جامد فاز (الیاژ) پوله کتله 600 گرامه ده پس په جامد فاز کی دونادیم مقدار مساوی کیږی :

$$0,79 \cdot 600 = 474 g$$

ج - د (B - 1V) شکل څخه معلومیږی چی که د (1) نقطےترکیب لرونکي جامدالیاژچي 15 فیصده ونادیم لري او وزن ئ 500 گرامه دي د n تر نقطي (1475c) گرم شي نو ددغه محلول نیمائ(250) گرامه ذوب کیږي

سوال 3: داوسپنی او ونادیم د ذوب ددیاگرام له مخی (B - 1V ش) لاندی سوالونوته جواب ورکړی

الف–د a , b , e , d په نقطو کی دسستم دازادی درجی پیدا کړی

ب – هغه محلول چی 60 فیصده ونادیم ولری که په تدریج سره سوړ کړای شی نو ووایا ست چی دجامد او مایع محلولونو ترکیب به په کوم واټن کی تغیر وکړی

ج – که دجامد محلول ترکیب وپیژنو نو ایا دمایع محلول ترکیب او دحرارت هغه درجه چی په هغی کی جامداو مایع محلولونه دتعادل په حال کی وی معلومیدای شی
ایا دغه جواب دفاز دقاغدی سره مطابقت لری؟

حل :

الف -

$$F = n + S - \varphi$$

$$F,a = 2 + 1 - 2 = 1$$

$$F,b = 2 + 1 - 1 = 2$$

$$F,c = 1 + 1 - 2 = 0$$

$$F,d = 1 + 1 - 2 = 0$$

د C په نقطه کی سستم ددوه فازو جوړ دی مګر ددواړو فازونو تر کیب دیوکمپوننته سستم غوندی یو شی دی نو له دی کبله په دی نقطه کی دسستم دکمپوننتو شمیر یو (n = 1)نیول کیږی

ب - کله چې ذابه سړیږی نو د جامد فاز کرستلونه ورځخه جدا کیږی او په نتیجه کی دمایع فاز ترکیب د e a a d د منحنی مطابق اود جامد فاز ترکیب د e b b d منحنی مطابق تغیر کوی مثلا 60 فیصده ونادیم لرونکی مایع محلول په 1550 c̊ یعنی د L په نقطه کی په کرستل کیدو پیل کوی او د تودوخی په 1485c̊ کی‌ډ غه محلول کاملا جامد ګرځی چی په دی اساس دمایع محلول ترکیب د 60 فیصده ځخه تر 48 فیصده (د L نقطی ځخه د a تر نقطی پوری) تغیر کوی اودجامد محلول تر کیب له 72 فیصده ځخه تر 60 فیصده ونادیم(دَ L دنقطي ځخه د S تر نقطي پوري) تغیر کوي

ج - که دجامد فاز تر کیب (V = 79 %)فرض شی نو له دیا ګرام ځخه معلومیږی چی دا جامد محلول د 69 فیصده ونادیم لرونکی مایع محلول سره یوازی دتودوخی په 1600 c کی دتعادل په حالت موجودیدلای شی پس لیدل کیږی چی که د جامد محلول ترکیب وپیژنو نو د مایع محلول تر کیب اود تودوخی هغه درجه چی دغه دواړه محلولونه پکی دتعادل په حالت کی وی پیژندلای شو اودغه جواب دفاز دقاعدی سره مطابقت هم لری ځکه چی‌ډ سوال دشرایطو اود (Fe – V) دذوب ددیا ګرام ځخه معلومیږي چي په دغه سستم کي د کمپوننتو شمیر (n = 2) او همدارنګه دتعادل په حالت کی دفازونو شمیر (φ = 2)دی پس دلته دسستم دازادی درجه i (F = 2 + 1 - 2 = 1)ده چی (F = 1)دامعنی لری چی دسستم دحالت دیوه متحول دپیژندلو سره کولای شو چی دسستم حالت تعین کړو

۲_ د غیر ایزومورف موادو د ذوب دیاګرام:

غیر ایزومورف مواد د مذابي په حالت کې یو په بل کې په هر نسبت حل او په جامد حالت کې هر یو جدا جدا کرستلونه جوړوي . داسې سیستمونه د غیر ایزومورف محلولونو په نامه هم یادیږي. د غیر ایزومورف مخلوط مذابه چې سړیږي او په کرستل کیدو پیل کوي نو په اول کې یوازې یو کمپوننت کرستل او د محلول

څخه جدا کیږي. د محلول د سړیدو په جریان کې د جدا شوي کمپوننت مقدار په محلول کې کمیږي او د مذابې(محلول) ترکیب بالخره داسې یو حد ته رسي چې دغه ترکیب ـ نور تغیر نه کوي او د تودوخې په ثابته درجه کې د هغې څخه د دواړو کمپوننتو کرستلونه همزمان جدا کیږي. کومه مذابه چې دغسې ترکیب لري د ایوتکتک د مذابې په نامه او د تودوخې هغه ثابته درجه چې په هغې کې د ایوتکتک مذابه کرستل کیږي د ایوتکتک د نقطې په نامه یادیږي. د ایو تکتک د نقطې او د ایزومورف سیستم د ذوب په دیاګرام (18-17 شکل) د اصغري نقطې فرق په دې کې دی چې د ایوتکتک په نقطه کې درې فازه (د دواړو کمپوننتو جدا کرستلونه او مذابه) په خپل منځ کې په تعادل کې وي مګر د(18-17) شکل د دیاګرام په اصغري نقطه کې دوه فازونه (جامد محلول او مایع محلول) په خپل منځ کې په تعادل کې وي.

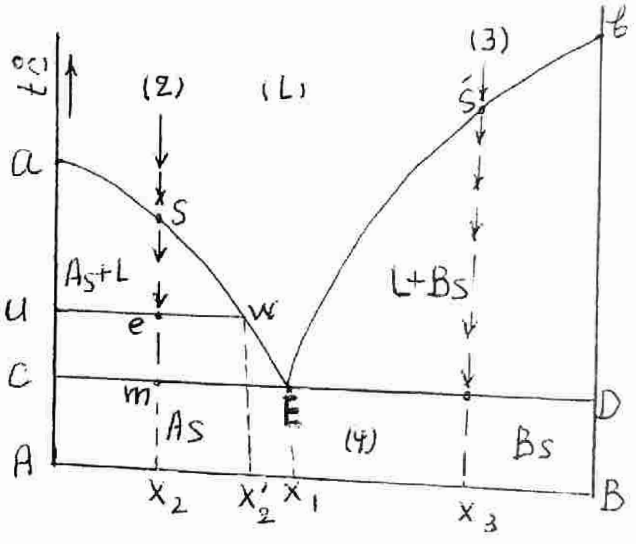
غیر ایزومورف مخلوطونه په دوه ګروپو ویشل کیږي:

الف: هغه غیر ایزومورف مخلوطونه چې اجزائې د حل کیدو په وخت کې په خپل منځ کې کوم مرکب نه جوړوي :.

د دا ډول سیستمو د ذوب دیاګرام په (20-17) شکل کې ښودل شوی دی. په (20-17) شکل کې د a نقطه د خالصې A مادې د ذوب (او کرستل) کیدو د تودوخې ثابته درجه ، د b نقطه د خالصې B مادې د کرستل (او ذوب) کیدو د تودوخې ثابته درجه او د E نقطې مطابق د تودوخې درجه د ایوتکتک ترکیب (X_1) لرونکی سیستم د کرستل (اوذوب) کیدو د تودوخې ثابته درجه ښئ. a E او b E د مایع منحنیانو په نامه یادیږي. د دې منحنیانو څخه پورته ساحه کې یوازې مایع فاز (L) ثابت وي. د b D E په ساحه کې د B (s) کرستلونه او مایع محلول (L) په تعادل کې وی. د a C E په ساحه کې د A (s) کرستلونه او مایع محلول(L) موجود وي د CD د خط لاندې یعنې د A B C D په ساحه کې د A او B موادو کرستلو نه A (s) او B (s) او هم جامد ایوتکتک (د A s او B s واړه کرستلونه) ثابت دي . که د(2) نقطې ترکیب لرونکی (X_2) محلول په ورو ورو سوړ شي نو هغه د S په نقطه کې د A د کمپوننت په نسبت مشبوع او د A s کرستلونه ترې په جدا کیدو پیل کوي کله چې د محلول څخه د A کمپوننت جدا شي نو د محلول په ترکیب کې د B کمپوننت اضافه کیږي. باقي پاتې محلول چې د e تر نقطې پورې سوړ شي نو په سیستم کې دوه فازونه یعنې د w ترکیب لرونکی محلول او د u ترکیب لرونکي کرستلونه (د خالصې A مادې کرستلونه) د تعادل په حال کې موجود وي. د e په نقطه کې د دغه فازونو د کتلو نسبت د رافعې د قاعدې په اساس مساوي کیږي

د L (د مذابې) د فاز کتله / د A مادې د کرستلو کتله = eu / ew

که باقي پاتې محلول نور هم سوړ شي نو د هغې څخه د خالصې A مادې کرستلونه جدا کيږي او د محلول (مذابې) ترکيب د E نقطې ته رسيږي مثلاً د m په نقطه کې د C ترکيب لرونکې کرستلونه (د خالصې A مادې کرستلونه) او د E نقطې مطابق (X1) ترکيب لرونکې ايوتکتک مذابه د تعادل په حال کې موجود وي. که د (3) نقطې مطابق (X3) ترکيب لرونکی محلول سوړ کړو نو هغه د Ś په نقطه کې د B د کمپوننت په نسبت مشبوع او د B s کرستلونه ترې جدا کيږي. نو د محلول په ترکيب کې د A کمپوننت اضافه کيږي. که د سيستم سړولو ته دوام ورکړل شي په تد ريجي ډول د B کمپوننت د محلول څخه کرستل او جدا کيږي دلته دمايع محلول ترکيب او دکرستل کيدو د پيل د تودوخې درجې د b E پر منحنې د E تر نقطې پورې راښکته کيږي. د E ترکيب لرونکې مذابه د خالصې کيمياوي مادې په شان د تودوخې په ثابته درجه (د t c° پر محور د C دنقطې مطابق درجه) کې کرستل او ذوب کيږي. د E په نقطه کې په سيستم کې درې فازونه (د خالصې A مادې کرستلونه A s ، د خالصې B مادې کرستلونه B s او ايوتکتکي مذابه) د تعادل په حال کې وي.



شکل (17 -20)

د غير ايزومورف سستم دذوب دياګرام چې کمپوننتونه ئې د مايع په حالت يو په بل کې حل ولې په خپل مينځ کې کيماوی مرکب نه جوړوی او په جامد حالت کې جدا جدا کرستلونه جوړوی

L - مايع فاز , As , Bs د A او B موادو کرستلونه

د (20 - 17) دیاګرام په a ، b ، E ، e ، 2 ، 4 او S نقطو کی‌د دغه سستم دآزادي درجې په لاندې ډول دی.

$$F = n + S - \varphi$$

F (a)	=	1	+	1	-	2	=	0
F (b)	=	1	+	1	-	2	=	0
F (E)	=	2	+	1	-	3	=	0
F (2)	=	2	+	1	-	1	=	2
F (S)	=	2	+	1	-	2	=	1
F(e)	=	2	+	1	-	2	=	1
F(4)	=	2	+	1	-	2	=	1

سوال 1:

د ($NH_4Cl - H_2O$) دذوب (دحل کیدو) دیاګرام په (C - 17) شکل کی ورکړل شوی دی ددی شکل په اساس لاندی سوالونو ته جوابوواياست

الف -که د اوبو لمړنی کرستلونه دحرارت په ($-10\ \mathring{c}$) درجه کی دامونییم کلوراید دمحلول څخه په جدا کیدو پیل وکړی نو حساب کړی چی ددغسی محلول په 750 ګرا مه اوبو کی به څو ګرامه NH_4Cl. حل شوی وی

ب - که دامونییم کلوراید 15 فیصده محلول چی دحرارت درجه ئ 5 - ده و لړو او په دغه محلول کی دکنګل وړوکی ټوټه واچول شی نو ووایاست چی دغه کنګل به ویلی شی که نه

ج - ایا د حرارت په 10 + درجو کی دامونیيم کلوراید 25 فیصده محلول کی دامونیيم کلوراید کرستلونه حل کیدای شی او که نه

د - دحرارت په 5 + درجو کي دامونیيم کلوراید انحلالیت په اوبو کی پیدا کړی

ه -که دامو نیيم کلوراید 25 فیصده محلول دسانتیګراد د10 - درجې پورې سوړ کړای شی نو دامونیيم کلوراید کرستلونه دمحلول څخه جدا کيږی دحرارت په دغه درجه کی په سل ګرامه 25 فیصده محلول کی باید څو ګرامه اوبه واچول شي‌تر څو جدا شوی کرستلونه بیرته حل شی

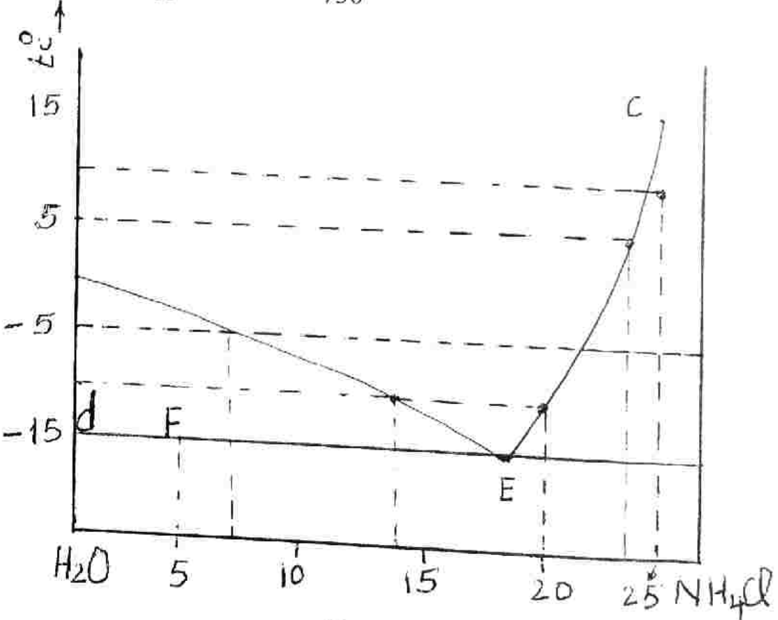
و - د امونیيم کلوراید 500 ګرامه 5 فیصده محلول څخه څو ګرامه ایو تکتیک مذابه لاس ته راتلای شی

حل :

الف - دامونیيم کلراید او اوبو د ذوب ددیا ګرام څخه معلومیږی چی دحرارت په 10 - درجه کی دامونیيم کلوراید د14 فیصده محلول څخه داوبو لمړنی کرستلونه په جدا کیدو پیل کوی پس لیکو

NH_4Cl	H_2O
14	86
X	750

$X = 750 . 14 / 86 = 122$ g



شکل (17 - C)

ب - د پورتنی دیاگرام څخه معلومیږي چې دحرارت په 5 - درجه کی دامونییم کلوراید 15 فیصده محلول متجانس مایع محلول دی پس په دغه محلول کی دکنګل ټوټې ویلی کیږي

ج - وپورتنی دیاګرام څخه جوته ده چی دحرارت په 10 + درجه کې دامونییم کلوراید په 25 فیصده محلول کی هم دامونییم کلوراید کرستلونه او هم دامونییم کلورایدمایع محلول یو ځای موجود وی پس په دغسی شرایطو کی د امونییم کلوراید کرستلونه په 25 فیصده محلول کی نه حل کیږي

د - په پورتنی دیاګرام کی CE خط په اوبو کی دامونییم کلوراید د انحلا لیت منحنی دی پس دحرارت په 5 + درجه کی په اوبو کی دامونییم کلوراید انحلا لیت 23 فیصده دی

ه - دپورتنی دیاګرام څخه معلومیږي چی دحرارت په10 - درجه کی دامونییم کلوراید انحلالیت په اوبو کی 20 فیصده دی دبلی خوا د25 فیصده محلول په سلو ګرامو کی 25 ګرامه امونییم کلوراید موجود وی چی په هغی کی داوبو دا ضافه کولو وروسته جدا شوی کرستلونه بیرته حل او 20 فیصده محلول به حاصل شی چی په دی صورت کي دمحلول ټول وزن مساوي کیږي:

دمحلول فیصدی	دمحلول و زن	
25	100	$X = 25 . 100 / 20 = 125\ g$
20	X	

د اضافه شویو اوبو مقدار $125 - 100 = 25\ g$

یعنی ددی دپاره چی په پورتنیو شرایطو کی د امونییم کلوراید کرستلونه ټول حل شی نود 25 فیصده محلول په سلوګرامو کی‌باید 25 ګرامه نوری اوبه واچول شی

و - په هغه لوښی کی چی 500 ګرامه دامونییم کلوراید 5 فیصده محلول موجود دی دایو تکتک د نقطی دحرارت په درجه کی د جا مد فاز (s) او مایع محلول (L) د کتلو تر منځ نسبت درافعی د قا عدی په اساس داسی ښودل کیږي

$$m,s \ / \ m,L = fE \ / \ fd = 13 \ / \ 5$$

$$m,s + m,L = 500\ g$$

$$m, s = 500 - m, L$$

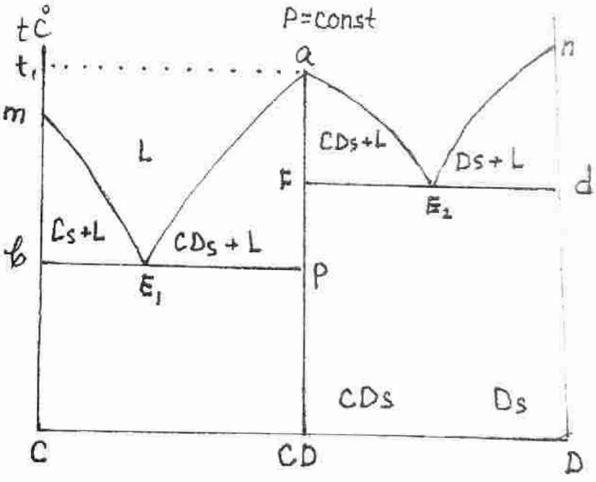
$$(500 - m,L) \ / \ m, L = 13 \ / \ 5$$

$$m, L = 139\ g$$

ب: غیر ایزو مورف مخلوط چې کمپوننتونه ئې د حل کیدتو په وخت کې په خپل منځ کې کیمیاوي مرکبات جوړوي

دلته کوم کیمیاوی مواد (C D) چې د مخلوط د اجزاؤ څخه جوړیږي په بعضي سیستمونو کې ثابت او په بعضي سیستمونو کې غیر ثابت وي په (21 – V 1) شکل د C او D موادو د ذوب دیاګرام ښودل شوي دي د C او D مواد چې کله په خپل منځ کي حل شي نو په (C : D = 1: 1) مولي ترکیب د C D مرکب تري لاس ته راځي د C D مرکب ثابت دي او د ذوب کیدو په وحت (t_1 °c)انفکاک نه کوي که د (21- 1V) دیاګرام د (20 -1V) شکل د دیا ګرام سره پرتله شي نو لیدل کیږي چې د (21- V 1) دیاګرام د دوه (20- 1v) شکل دیاګرامو څخه جوړ دي

که د (20 -1V) شکل دیاګرام د A او B موادو د ذوب دیاګرام دی او په هغې کې a د A مادې د کرستل (او ذوب) کیدو د تودوخې درجه او b د B مادې د کرستل (او ذوب کیدو) د تودوخې درجه او E د دغه موادو د ایوتکتک نقطه ده نو په (21 -1V) شکل کي چپ لاس ته نیم دیاګرام د C او C D کیمیاوي مادي د ذوب دیاګرام دی او په هغې کې m د C مادې او a (t1) د C D مادې د ذوب او کرستل کیدتو د تودوخې درجې او E1 د C او C D موادو د ایو تکتک نقطه ده. او ښي لاس ته نیم دیاګرام د D او C D موادو د ذوب دیاګرام دی چې په هغې کې a (t1) د C D مادې او n د D مادی د کرستل کیدو (ذوب کیدو) د تودوخې درجې او E2 د C D او D موادو د ایوتکتک نقطه ده.

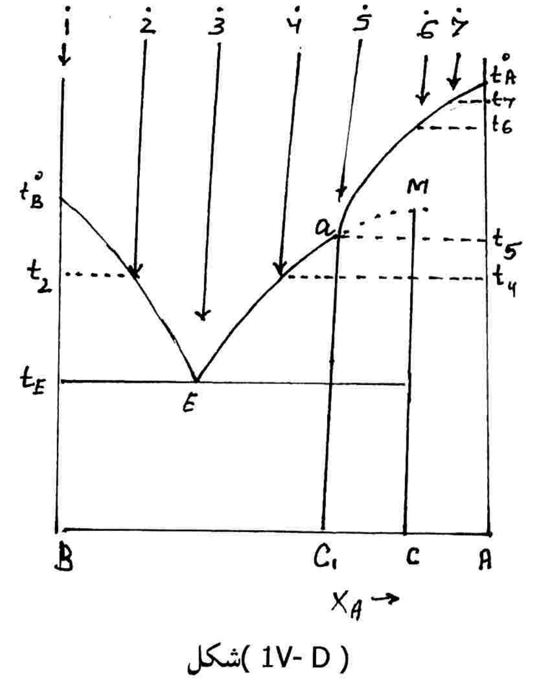


(21 -1V) شکل :

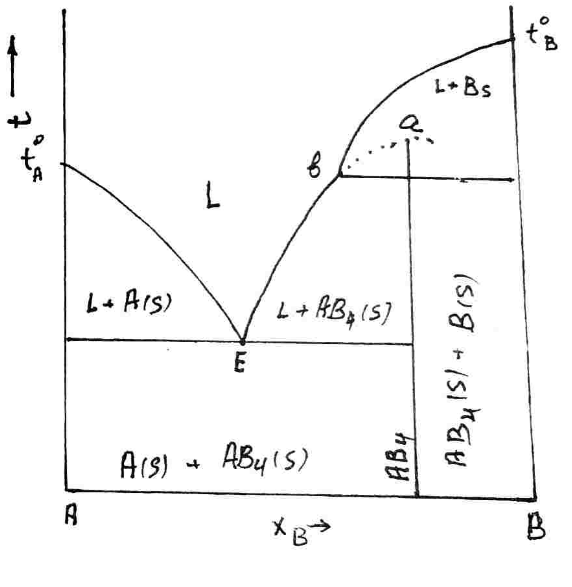
حالت
د C او D موادو د غیر ایزو مورف مخلوط د ذوب دیاګرام چې کمپوننتونه ئ د مایع په کي یو په بل کي حل او د C D ثابت مرکب جوړوي او په جامد حالت کیئ کمپوننتونه جدا کیږي

د ((21 – 1 V) شکل د دیاګرام په هره ساحه کې د فازونو نوعیت او شمیر ښودل شوی دی دلته Cs ، Ds او CDs په ترتیب سره D , C او C D موادو کرستلونه او (L) مایع فاز ښئ.

په (22 -V 1) شکل کې د داسې غیر ایزومورف موادو د ذوب دیاګرام ښودل شوی دی چې په خپل منځ کې د حل کیدو په وخت کې کیماوی مرکب جوړوي . دغه کیمیاوي مرکب په جامد حالت کې ثابت دی خو کله چې دغه مادې ته حرارت ورکړل شي نو هغه د ذوب کیدو د مخه انفکاک کوي او ترکیب ئې تغیر مومي. په داسې سیستمونو کې د مایع پر منحني واضح اعظمي نقطه نه جوړیږي بلکه د مایع پر منحني دویمه انحنی منځ ته راځي. لکه په (22-1V) دیاګرام کې د مایع پر منحني د b په نقطه کې دویمه انحنی. دلته AB4 غیرثابت مرکب ته که حرارت ورکړل شي نو هغه د a نقطې(a د AB_4 مرکب د ذوبان د نقطې سره سرخوري)، ته د رسیدو د مخه د b په نقطه کې انفکاک کوي او ترکیب ئې ثابت نه پاتې کیږي. په(22 –1V) دیاګرام کې د A , AB4 او B موادو کرستلونه په As , AB4s او Bs او مایع فاز په (L) ښودل شوی دی



شکل(1V- D)



شکل(1 V – 22)

د A او B مواد پ مایع حالت کې په هر نسبت

په خپل منځ کې حل او د AB4 غیر ثابت مرکب جوړوي

سوال: د A او B کیمیاوی موادیو په بل کی د حل کیدو په وخت کی په خپل منځ کی یو غیر ثابت مرکب جوړوی چی ترکیب ئی د C د نقطی سره برابر دی دنوموړی سستم دذوب دیاګرام په (IV - D) شکل کی ښودل شوی‌دی

د:غه دیاګرام له مخی دهغه مذابو دسړیدو جریان تشریح کړی چی ترکیبونه ئ په دیاګرام کی دلاندی نقطو سره برابر دی: 1 ، 2، 3 4 ، 5 6 ، 7

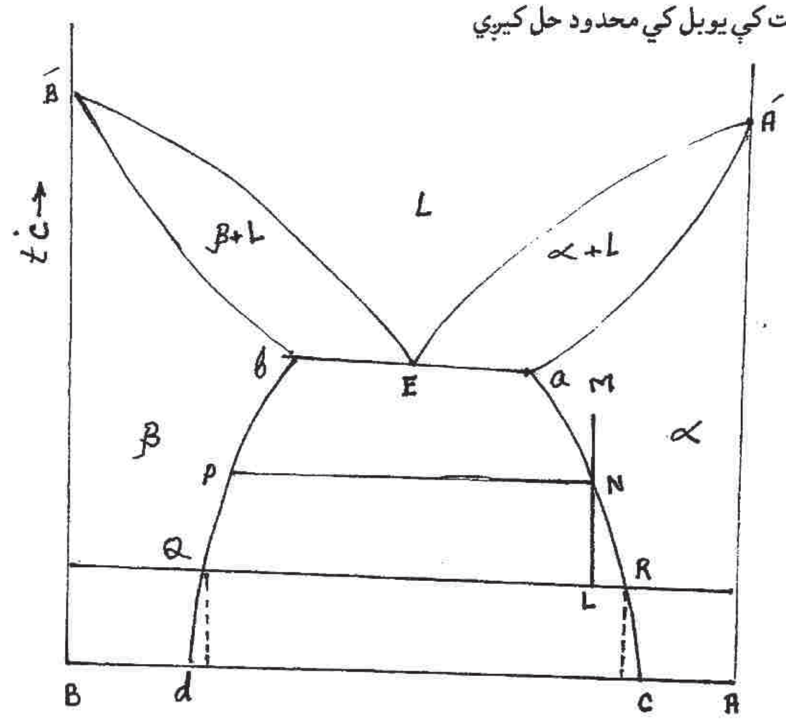
حل:

که د A او B مواد و څخه لاس ته راغلی کیمیاوی مرکب دذوب دتودوخی ددرجی نه په ټیټه درجه کي تخریبیږی نوددغسی سستم دذوب په دیاګرام کی نا څرګنده (خیالی) اعظمی نقطه مینځ ته راځی لکه په (IV -D) شکل کی د M اعظمی نقطه.په دی شکل کی د 1 نقطه د B خالصی کیمیاوی مادی سستم ښی کوم چی دحرارت په ثابته درجه T_B کی کرستل او ذوب کیږی د 2 نقطی مطابق سستم دیو مایع محلول څخه عبارت دی له دغه محلول څخه دحرارت په T_2 درجه کی د B ماده په کرستل کیدو پیل کوی او د حرارت په T_E درجه کی ټول دویم لمبر محلول جامد ګرځی او د A او B موادو کرستلونه یو له بل څخه جلا جلا جوړیږی

د 3 نقطی مطابق سستم داسی محلول دی چی ترکیب ئ د ایو تکتک دمذابی سره برابر دی دغه محلول د تودوخی په T_E درجه کی کا ملا منجمد کیږی او جامد ایو تکتک ((د A او B موادو د ډیرو کوچنیو کرستلو مخلوط)) جوړوی د 4 نقطی مطابق سستم څخه دتودوخی په T_4 درجه کي د c نقطي ترکیبلرونکي کیمیاوي ماده په کرستل او جلا کیدو پیل کوي د 5 نقطي مطابق محلول څخه د تودوخي په T_5کي د C_1نقطی ترکیب لرونکی; کیمیاوی مرکب په کرستل او جدا کیدو پیل کوی که د 6 نقطی مطابق محلول سوړ کړای شی نو دحرارت د T_5 او T_6 درجو تر منځ د خالصی کیمیاوی مادی A کرستلونه جدا کیږی اما د T_5درجی څخه ښکته د C_1 نقطی ترکیب لرونکږ او پخوا جدا شوي A مادي د کرستلو تر منځ تعامل پیل او د C نقطی ترکیب لرونکی کیمیاوی مرکب جوړوی. دغه کیمیاوی تعامل دحرارت په ثابته درجه T_5 کی د A مادی د کرستلونو او د ثابت ترکیب لرونکی مایع فاز ترمنځ د A مادی د کرستلونود ختمیدو پوری دوام کوی او له دی وروسته د Cترکیب لرونکی کیمیاوی مرکب دجدا کیدو له کبله د مایع فاز ترکیب د a E پر منحنی تغیر کوی او د حرارت په T_E درجه کی ټوله مذابه په جامد ایوتکتک (د B مادی او د C ترکیب لرونکی کیمیاوی مادی دجداجدا کرسلونو مخلوط)) اوړی د 7 نقطی مطابق محلول که سوړ کړای شی نو دحرارت په T_7درجه کی د A کیمیاوی مادی کرستلونه له دی محلول څخه په جدا کیدو پیل کوی او په نتیجه کی دمایع فاز ترکیب د $a\,t_A^{\prime}$ د منحنی په اساس تغیر کوی او د a په نقطه کی د حرارت په T_5 درجه کی د C ترکیب لرونکی مرکب په کرستل کیدو پیل کوی د C ترکیب لرونکی

کیمیاوی مادی د تولید تعامل دپخوا په شان د حرارت په ثابت درجه T 5 کی تر هغه پوری دوام لری تر څو چی مایع فاز ختم شی دلته جامد فاز د A کیمیاوی ماده او د C ترکیب لرونکی مرکب څخه عبارت دی

ج- د هغه کیمیاوي موادو د ذوب دیاګرام چي په خپل منځ کې په مایع حالت کې په هرنسبت حل. مګر په جامد حالت کې یوبل کي محدود حل کیږي



(23 -1V) شکل: Aاو B مواد په مایع حالت کي په هر نسبت په حپل منځ کي حل او جامد حالت کي یو بل کي محدود حل کیږي

β - د A په B کي جامد محلول

∝ - د B په A کي جامد محلول

د دغې سیستمونو د ذوب دیاګرام په (23 -1V) شکل کې ښودل شوی دی

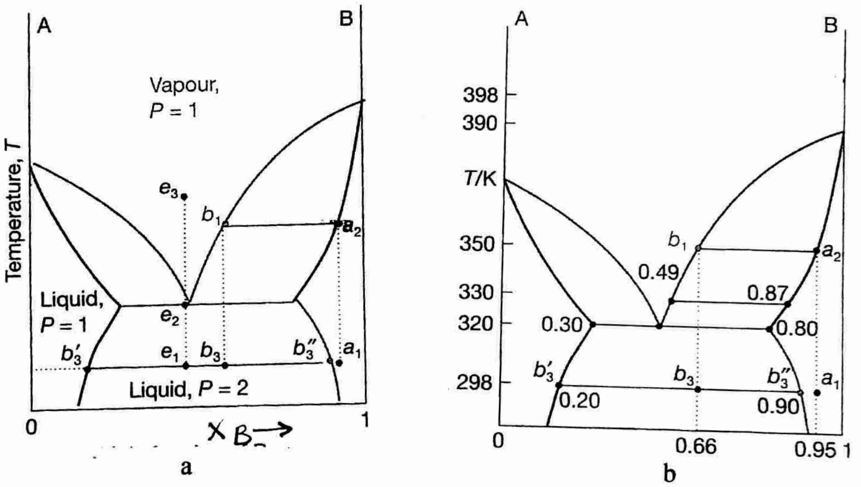
په (1V-23) شکل کې د Á نقطه د A مادې او د B́ نقطه د B مادې د ذوب د تودوخې د درجو سره سر خوري د Á E او B́ E د منحنیانو د پاسه ساحه دمایع فاز (L) د موجودیت شرایط د B B́ b d ساحه A په B کې د جامد محلول (β) د موجودیت شرایط او د A Á a c ساحه د B په A کې د جامد محلول (α) د موجودیت شرایط ښئ. غیر متجانسه ساحه B́ b E د دوه متعادلو فازونو یعن د(β) جامد محلول او د A او B مایع محلول(L) د موجودیت شرایط او غیر متجانسه ساحه Á a E د دوه متعادل فازونو یعنې (L) دB او A مایع محلول او د جامد فاز (α) د موجودیت شرایط ښئ. او د a b d C ساحې په شرایطو کې دوه فازونه یعنې د(α) جامد محلول او د (β) جامد محلول د تعادل په حال کې موجودیدای شي. هغه محلولونه چې دB کمپوننت پکې د E (ایوتکتک مذابې) د ترکیب څخه زیات دی د B́ E پر منحنې په کرستل کید و پیل کوي چې (β) جامد محلول ترې جدا کیږي. او د B́ b پر منحنې ئې کرستل کیدل ختمیږي یا په بل عبارت د B́ b پر منحنې د (β) جامد محلولونه په ذوب کیدو پیل کوي او د B́ E پر منحنې ئې ذوب کیدل ختمیږي. همدا ډول هغه محلولونه چې د A کمپوننت پکې د E د نقطې د ترکیب په پرتله زیات دی د Á E پر منحنې ئې کرستل کیدل پیل کیږي(د(α) جامد محلول ترې کرستل او جدا کیږي). او د Á a پر منحنې ئې کرستل کیدل ختمیږي. یا په بل عبارت د (α) مختلف ترکیب لرونکي جامد محلولو ته که حرارت ورکړو نو د دغه محلولو ذوب کیدل د Á a پر منحنې شروع او د Á E پر منحنې ئې ذوب کیدل ختمیږي. د ایوتکتک د مذابې د کرستل کیدو په وخت کې د E په نقطه کې په سیستم کې درې فازونه (د ایوتکتک مذابه ، د a نقطې ترکیب لرونکی جامد (α) محلول او د b نقطې ترکیب لرونکی جامد (β) محلول) په خپل منځ کې په تعادل کې وي. د b d او a c منحنیان د انحلال د منحنیانو په نامه یادیږي. فرض کوو د M د نقطې ترکیب لرونکی (α) جامد محلول د N تر نقطې پورې ورو ورو سړوو. د N تر نقطې پورې په سیستم کې د M د نقطې ترکیب لرونکی جامد α محلول موجود او د N دنقطې مطابق دتودوخې په درجه کې د M ترکیب لرونکی د α جامد محلول په انفکاک پیل کوي او د هغې څخه د P د نقطې مطابق ترکیب لرونکی د(β) جامدمحلول جدا کیږي. که د سیستم سړیدو ته ادامه ورکړل شي نو په لوښي کې به هم د (α) جامدمحلول او هم د (β) جامد محلول موجودوي د(α) د جامد محلول ترکیب د a c پر منحنې او د(β) جامد محلول ترکیب د b d پر منحنې تغیر کوي. مثلاً که د M ترکیب لرونکی جامد αمحلول د (L) تر نقطې سوړ کړای شي نو په ظرف کې به د R ترکیب لرونکی د (α) جامد محلول او هم د Q ترکیب لرونکی د β جامد محلول موجود وي. د دغه فازونو د کتلو نسبت د (L) په نقطه کې د رافعې د قانون په اساس معلومیږي

سوال : دوه مایع چي بړاس ئ متجانس محلول جوړوي او په مایع حالت کي یو بل کي محدود حل دي او دوه فازه سستم منځته راوړي په پام کي نیسو ددغسي سستم د متقابل انحلال دیاګرام په (1V- E) شکل کي ورکړل شوي دي ددغه دیاګرام له مخي لاندي سوالونو ته جواب وواياست

الف - ده پر ایزو پلت د e_1 , e_2 او e_3 په نقطو کي ددغه سستم مشخصات تشریح کړي

ب - د a_1 ($X_B = 0,95$) ترکیب لروني محلول که بخار او بیر ته په مایع بدل شي نو په دي جریان کي دسستم تغیرات تشریح کړي

حل الف- د e_1 په نقطه کي سستم ددوه فازونو (ددوه طبقي محلولونو) څخه جوړ دي دي سستم ته که حرارت ورکړو نو هغه د e_2 ته نقطه کي په جوش راځي چي دمایع او بړاس ترکیب ئ یو شي دي (مـــایع ایـــزوتوپ دي) همدا یول د e_3 ترکیب لروني بړاس که سوړ کړاي شي نو هغه د e_2 نقطه کي په مایع کیدو پیل کوي چي دلته هم دمایع او بړاس ترکیب یوشي دي



(E – V 1) شکل: د دوه مایع موادو د متقابل انحلال دیاګرام چي د ګاز په حالت یوبل کي مکمل حل اوپه مایع حالت محدود حل کیږي

ب - د a_1 په نقطه کي سستم د مایع محلول څخه جوړ دي دي محلول ته که حرارت ورکړو نو هغه د a_2 په نقطه کي په جوش راځي او د b_1 ($X_B = 0,66$) ترکیب لرونکي بړاس تري جدا کیږي او په باقي پاتي مایع محلول کي د B مقدار زیاتیږي چي ددي مایع اخري قطره یعني خالصه B مایع د تودوخي په 390 k کي غلیان کوي د b_1 نقطي بخار که د 330k پوري سوړشي نو په سستم کي دوه فازه یعني مایع اوبړاس موجود وي چي دمایع ترکیب ($X_B = 0,78$) او د بړاس تر کیب ($X_B = 0,49$) دي ددي فازونو دکتلو نسبت (1 / 3) دي که د b_1 بړاس تر 320k پوري سوړ شي نو په سستم کي دري فازه (بړاس او دوه مایع) موجود وي د یو مایع فاز ترکیب ($X_B = 0,30$) او د بل مایع فاز ترکیب ($X_B = 0,80$) او د کتلو نسبت ئ (1 : 0,62) دي د b_3 په نقطه (298k) کي د مایع محلول ددوه طبقو ترکیب b_3' ($X_B = 0,20$) او b_3'' ($X_B = 0,90$) او د کتلو نسبت ئ (1 : 0,82) دي

سوال 2 : د A او B موادپه مایع حالت کی یو په بل کی مکمل حل او په جامد حالت کی یو په بل کی محدود حل کیږی دد غه سستم دذوب دیا گرام په (E - 1۷) شکل کی ورکړل شوی دی ددغه دیاگرام له مخی لاندی سوالونه ځواب ورکړی

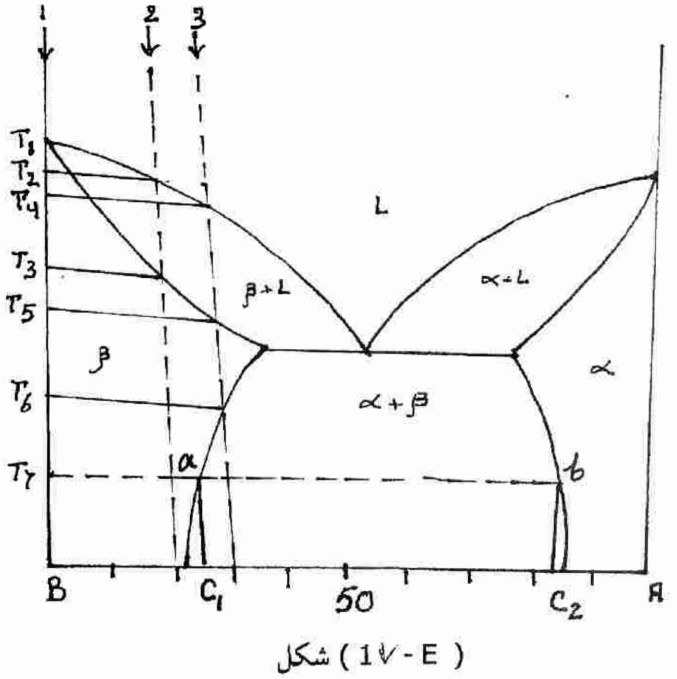
الف – دخالصی B مادی دکرستل کیدو د پیل او ختمدتودوخی درجه کومه ده

ب - د 20 فیصده محلول د کرستل کیدو دپیل او ختم دتودوخی درجی وښایاست

ج - د 30 فیصده محلول دسړیدو جریان ددیاگرام له مخی تشریح کړی

حل:

الف – په شکل کی (1) سستم خالصه B ماده ده چی د حرارت په T1 درجه کی په کرستل کیدو پیل کوی او په همدغه درجه کی دهغه کرستل کیدل ختمیږی



شکل (E - 1۷)

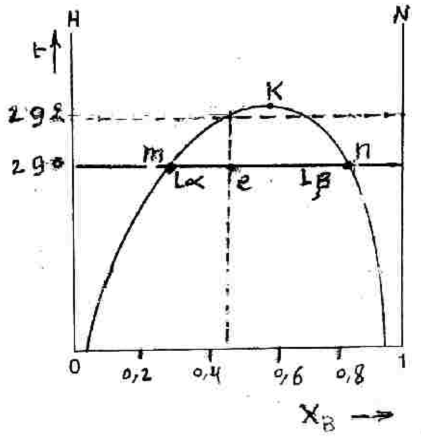
ب - (2) سستم چی د A مادی 20 فیصده محلول دی د حرارت په T 2 درجه کی په کرستل کیدو پیل کوی او د حرارت په T3 درجه کی کاملا کرستل کیږی

ج - (3)سستم چی د A مادی 30فیصده محلو ل دی دتودوخی په T_4 درجه کی په کرستل کیدو پیل کوی اود تودوخی په T_5 درجه کی ټول مایع محلول جامد ګرځی اوکه دتودوخی درجه نوره هم راښکته شی مثلادحرارت په T_6 درجه کی ددغه جامد محلول څخه دوه قسمه جامد محلولونه جدا کیږي د دي دوه محلولونو ترکیب د a او b پر منحنیانو تغیر کوی مثلا دتودوخی په T_7 درج کي په نوموړی سستم کی دوه قسمه جامد محلولونه چی دیوه ترکیب د C_1 اود بل ترکیب دC_2 دنقطوسره برابردیموجودوی

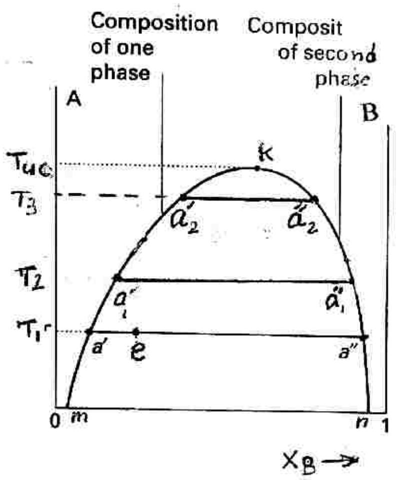
دمایعاتو محدود حل کیدل:

په خپل منځ کې دمایعاتو حل کیدل د هغوئ په طبیعت او هم د تودوخې په درجې پورې اړه لري. هغه مایعات چې د مالیکولو جوړښت او بین المالیکولي قواوې ئې سره ورته دي دغسې مایعات یو په بل کې ښه حل کیږي (لکه اوبه او الکهول) او هغه مایعات چې دمالیکولو جوړښت اوبین المالیکولي قواوې ئې سره توپیر ولري هغوئ یو په بل کې ښه نه حل کیږي او کله چې په یو لوښي کې واچول شي نو یو د بل د پاسه دوه طبقې جوړوي (لکه اوبه او غوړي) . دمایعاتو په متقابل انحلال کې د تودوخې درجه ډیر تأثیر لري. د بعضي مایعاتو متقابل انحلالیت د تودوخې د درجې په لوړیدو سره زیات او د بعضي مایعاتو متقابل انحلال د تودوخې د درجې په لوړیدو کم او د تودوخې د درجې دټیټیدو سره زیاتیږي.
که د مایعاتو په خپل منځ کې د حل کیدو په وخت کې تودوخه آزادیږي $(\Delta H<0)$ نو د لې ـ شاتلي د قانون او د (۹ - ۱۷)معادلی په اساس د داسې ما یعاتو متقابل انحلالیت د تودوخې د درجې دلوړیدو سره کمیږي او که د دوه مایع موادو د متقابل انحلال په جریان تودوخه جذبیږي. $(\Delta H > 0)$ نو د داسې مایعاتو متقابل انحلال د تودوخې د درجې د لوړیدو سره زیاتیږي. او په دې ترتیب د (تودوخې د درجې ـ ترکیب) پر دیاګرام په لومړي حالت $(\Delta H < 0)$ کې د انحلال ټیټه بحراني درجه (۱۷-۲۶ ش) اوپه دویم حالت $(\Delta H>0)$ کی د انحلال لوړه بحراني درجه (۱۷-۲۵ ش) رامنځ ته کیږي. د تودوخې هغه درجه چې د هغې څخه په لوړه یا ټیټه درجه کې یو په بل کې محدود حل کیدونکي مایعات په هر نسبت په خپل منځ کې حل کیږي د تودوخې د بحراني درجې یا د انحلال د بحراني نقطې په نامه یادیږي. بعضي مواد د تودوخې په متوسطو درجو کې یو په بل کې محدود مګر دتودوخې په لوړو او ټیټو درجو کې یو په بل کې مکمنل حل کیږي د داسې مایعاتو د((تودوخې درجې - ترکیب))پر دیاګرام هم لوړه او هم ټیټه بحراني نقطه منځ ته راځي. مثلاً د هکذان او نتروبنزین د (تودوخې د درجې ـ ترکیب))پر دیاګرام لوړه بحراني نقطه, د

اوبو او تری ایتایل امین د متقابل انحلال پر دیاګرام ټیټه بحراني نقطه(27- 1V شکل)او د اوبو او نیکوتین د متقابل انحلال پر دیاګرام هم ټیټه او هم لوړه بحراني نقطه (26- 1V شکل)رامنځ ته کیږي.



(1V- 24) شکل
د هکذان(A) او نترو بنزین(B) متقابل
انحلال دیاګرام



(1V-25) شکل
د هکذان(A) او نترو بنزین(B) دمتقابل انحلال دیاګرام
XB - دنترو بنزین مولی قسمت
k - د انحلال بحرانی نقطه ا و Tuc د انحلال لوړه بحرانی درجه .

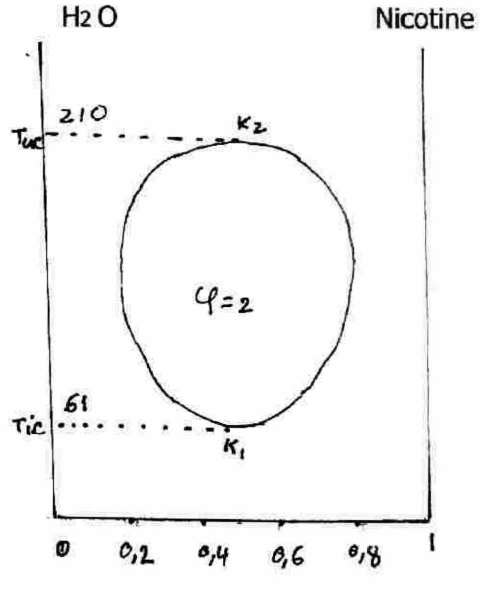
اوس د هکذان او نتروبنزین د متقابل انحلال دیاګرام (25- 1V شکل) په پام کې نیسو. فرضاً د تودوخې په T1 درجه کې په یو لوښي کې د A ماده (هکذان) موجوده ده. دې سیستم ته د B ماده لږه لږه اچوو. دلته په اول کې د B په A کې مجانس محلول جوړیږي. کله چې د سیستم ترکیب د á نقطې ته ورسیږي نو د B ماده نوره په دغه محلول کې نه حل کیږي یعنې د B په A کې محلول د B مادې په نسبت مشبوع کیږي او په سیستم کې د محلول دوه طبقې د تعادل په حال کې رامنځ ته کیږي چې یوه ئې پخوانۍ ډبله طبقه (B په A) کې مشبوع محلول یا β طبقه او بله ئې نوې ډیره کوچنۍ طبقه (A په B)کې مشبوع محلول یا α طبقه ده .

د پخوانی یعنی β طبقې ترکیب د a' نقطه او د نوې کوچنی طبقې یا α طبقې ترکیب د a'' نقطه ښيي د a' او a'' په نقطو کې د فازونو شمیر ($\varphi = 2$) دی. پس د $a'' a'$ د ایزوترم په هر نقطه کې د سیستم د آزادی درجه ($P = const$, $T = const$) صفر ده یعنې لیکو چې:

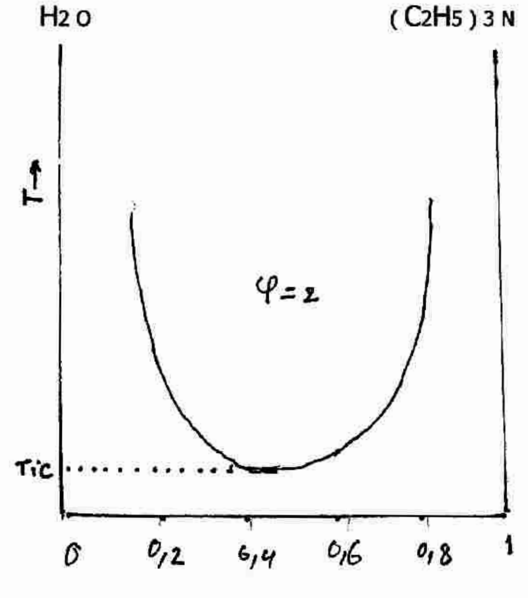
$$F = n + S - \varphi$$

$$F = 2 + 0 - 2 = 0$$

یعنې د تودوخې په ثابته درجه کې د a' او a'' نقطو ترکیب ثابت دی او د B د اضافه کولو سره تغیر نه کوي ولې د دغو طبقو د کتلو نسبت تغیر کوي چې دغه نسبت د رافعې د قاعدې په اساس محاسبه کیږي. که د تودوخې په ثابته درجه کې (T_1) کې د B مادې اضافه کولو ته د a'' تر نقطې پورې ادامه ورکړل شي نو پخوانۍ طبقه(β) له مینځه ځي او نوې طبقه(α) لویه کیږي. اوس که دې سیستم ته یوه قطره د B ماده ور اضافه شي نو هغه د A ماده ټوله پخپل ځان کې حل کوي او یو متجانس محلول ترې لاس ته راځي. اوس



(26 – 1 V)شکل: دنیکوتین او اوبو د متقابل انحلال دیاګرام



(27 -V 1) شکل: دتری ایتایل امین او ابو د متقابل انحلال دیاګرام.

T i C – دمتقابل انحلالي ټیټه بحراني درجه

د A ماده په يو لوښي کې د تودوخې په (T_2) ثابته درجه کې په پام کې نيسو. دې سيستم ته قطره قطره د B ماده ور اضافه کوو چې په اول کې د B په A کې متجانس محلولونه لاس ته راځي خو کله چې د B مادې مقدار د a_1 د ترکيب په اندازه شي نو د B په A کې محلول مشبوع کيږي او د دې طبقې سره په تعادل کې د A په B کې د مسبوع محلول نوې طبقه په سيستم کې رامنځ ته کيږي چې ترکيب ئې د a_1' د نقطې سره سر خوري. د T_3 په ثابته درجه کې د دې سيستم د B په A کې مشبوع محلول طبقه د a_2 ترکيب لري او د هغې سره په تعادل کې A په B کې د مشبوع محلول طبقه د a_2' نقطې ترکيب لري. پس د m k منحني د B په A کې د مشبوع محلول د طبقې ترکيب او n k منحنې د A په B کې دمشبوع محلول د طبقې ترکيب ښئ. د (25-IV) شکل څخه معلوميږي چې په غير متجانسه ساحه کې د ايزوترم اوږودوالی((غير متجانس سيستم کتله)) دتودوخې د درجې په لوړيدو سره کميږي. او بالا خره د Tuc په درجه کې د دغه ايزوترم په يوه نقطه بدليږي. Tuc د دغه سيستم د تودوخې بحراني درجه او K د دغه سيستم د انحلال د بحراني نقطې په نامه ياديږي.

مثال: د تودوخې په (290 K) درجه کې 50 ګرامه هکذان(0,59 موله) او 50 ګرامه نتروبنزين (0,41 موله) سره يو ځای کيږي. د دې سيستم د ((تودوخې درجې ـ ترکيب)) د دياګرام له مخې لاندې سوالونو ته جواب ووايا ست.

a- د دغه سيستم د فازونو ترکيب وليکئ.
b- د دغه سيستم د فازونو کتلې حساب کړئ.
c- دغه نمونه د تودوخې تر کومې درجې ګرمه شي تر څو يو فازه سيستم ترې لاس ته راشي؟

حل: د (24 - 1 V) شکل له مخې ليکو:

a- هکذان په H او نتروبنزين په N ښيوو. اوس د ترکيب پر محور $X(N) = 0,41$ پر نقطه عمود رسموو.

همدا ډول د تودوخې د درجې پر محور د تودوخې په ($T= 290$ k) کې يو بل عمود رسموو. دغه دواړه

مستقيم خطونه د e په نقطه کې يو بل قطع کوي د e په نقطه کې دوه فازونه ((دوه طبقې محلول)) يو د بل

سره په تعادل کې دي. او س د e د نقطې څخه د ترکیب د محور سره یو موازي خط رسمو و د غه خط د A او B د متقابل انحلال منحنی د m ($X_N = 0,35$) او n ($X_N = 0,83$) په نقطو کی قطع کوی b.-

$$\frac{\text{د n ترکیب لرونکې طبقې کتله}}{\text{د m ترکیب لرونکې طبقې کتله}} = \frac{L\alpha}{L\beta} = \frac{0,83 - 0,4 = 0,42}{0,41 - 0,35 = 0,06} = 7$$

یعنې د e په نقطه کې د n ترکیب لرونکې طبقې کتله د m ترکیب لرونکې طبقې د کتلې په نسبت اوه کرته زیاته ده.

c- که دغه سیستم د 292 k پورې ګرم شي نو یو فازه سیستم ترې لاس ته راځي.

یادونه:

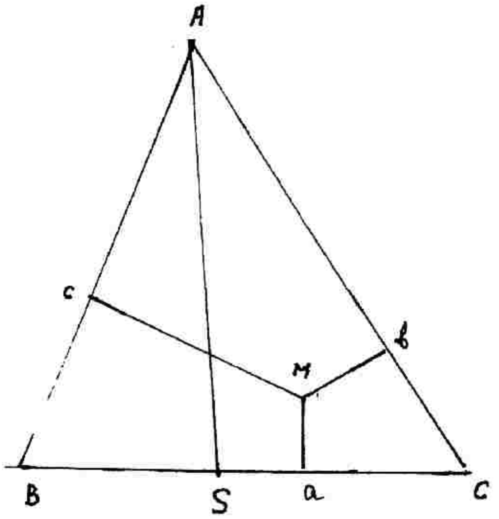
دوه په خپل منځ کي نه حل کیدونی مایعات لکه اوبه (A) او اکتان (B) په پام کي نیسو دغسي مایعات چي سره ګډ شي نود A ډیر کم مقدار په B کي او د B ډیر کم مقدار په A کې حل او د دوه طبقو مشبوع محلولونو ګډوله لاسته راځي په دي سستم کي د ګډولي د پاسه د بړاس عمومي فشار (P) تقریبا مساوي کیږي

$$P = P_A + P_B$$

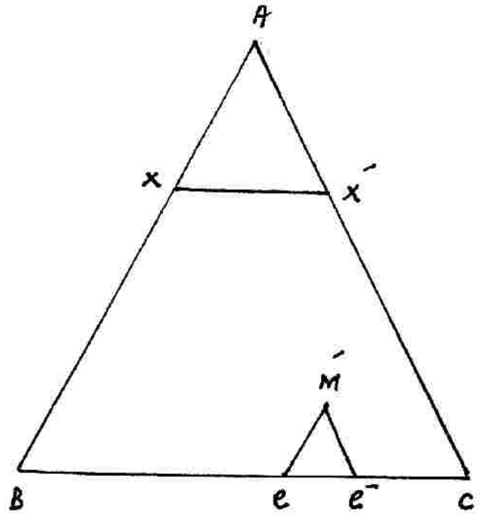
نو ځکه دغسي مخلوط د خالصي A او هم د خالصي B مادي په پرتله د تودوخي په ټیټه درجه کي غلیان کوي او حل شوي مایعات د محلول څخه جدا کیږي که څه هم په دي ډول تقطیر کي A او B مکمل یو د بل څخه نه جدا کیږي خو بیا هم دغه طریقه ډیر عملي ارزش لري مثلا هغه کیمیاوي مواد چي په اوبو کي نه حل کیږي او د تودوخي په لوړو درجو کي تخریبیږي دهغوي منځ ته داوبو بړاس داخیلوي چي په نتیجه کي لاسته راغلي سستم د تودوخي په ټیټه درجه کي غلیان کوي داډول تقطیر داوبو دبړاس دتقطیر په نامه یادیږي

د درې کمپوننته سیستم دمتقابل انحلال دیاګرام:

د درې کیمیاوي موادو د متقابل انحلال دیاګرام د ګبس- روزې بوم په مثلث کې ښودل کیږي. دلته یو متساوي الاضلاع مثلث په پام کې نیول کیږي. مثلاً د A B C متساوي الاضلاع مثلث په پام کې نیسو. د دې مثلث د A رأس خالصه A ماده د B رأس خالصه B ماده او د C رأس خالصه C ماده ښئ. د دغه مثلث هره ضلعه دوه کمپوننته سیستم یعنې د A B ضلعه د A او B موادو ترکیب د A C ضلعه د A او C موادو ترکیب او د B C ضلعه د B او C موادو ترکیب ښئ. او د دغه مثلث په داخل کې نقطه د درې کمپوننته سیستم ترکیب افاده کوي. روزې بوم دمتساوي الاضلاع مثلث هره ضلعه سل واحده ښئ. او د مثلث په داخل کې نقطې ترکیب داسې معلوموي. (29 -V 1)



(28 – V 1)شکل: د کبس دمتساوي الاضلاع
مثلث په داخل کې د M په نقطه کې د A
B او C موادو فیصیدی معلومول



(29 – V 1) شکل: د روزي بوم په
متساوي‌الاضلاع مثلث کې د Mپه نقطه کې
د A , C اوB کمپوننتونوفیصدی معلومول

د (29 – V 1) شکل د مثلث په داخل کې د M نقطه په پام کې نیسو. د دې نقطې څخه د A C او A B د ضلعو موازي خطونه رسموو چې د B C ضلعه د e او é په نقطو کې قطع کړي د روزي بوم په اساس Be د C د کمپوننت فیصدي ، Ce د B د کمپوننت فیصدي او ée د A دکمپوننت فیصدي د M په نقطه کې ښئ.

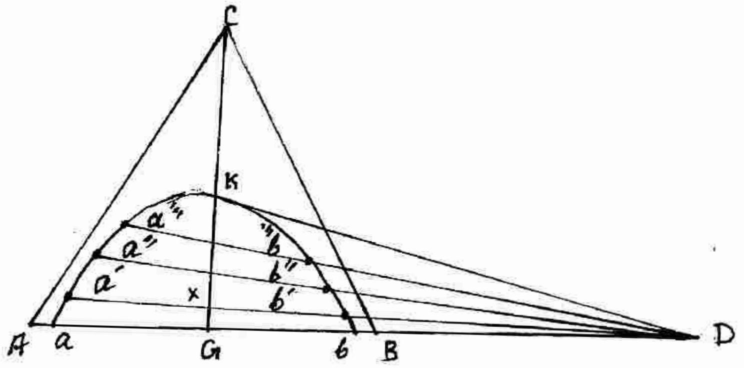
کبس د متساوي الاضتلاع مثلث ارتفاع سل واحده ښئ. او د متساوي الاضلاع مثلث په داخل په یو نقطه کې د هر کمپوننت فیصدي داسې معلوموي. مثلاً د (28 – V 1) شکل په مثلث کې د M نقطه په پام کې نیسو. د M د نقطې څخه د مثلث په درې وارو ضلعو عمودونه رسموو. د دې عمودونو مجموعه د متساوي الاضلاع مثلث ارتفاع ورکوي. پس د M b , M a او M c قطعه خطونو مجموعه د دغه مثلث ارتفاع (100 واحده) کیږي چې په هغې کې M a د A کمپوننت فیصدي M b د B کمپوننت فیصدي او M C د C کمپوننت فیصدي د M په نقطه کې ښئی په (29 -V 1) شکل کې دXX́ د خط په هره نقطه کې د

A کمپوننت فیصدي یو شی دی او په (17-28) شکل کې د A S د خط په هره نقطه کې د C او B کمپوننتونو نسبت یو شی دی.

په خپل منځ کې د درې مایع موادو د محدود انحلالیت دیاګرام:

د A , B , C مایع موادو متقابل انحلال د ثابت فشار او د تودوخې په ثابته درجه کې مطالعه کوو او فرض کوو چې د A او C او هم B او C مایعات یو په بل کې په هر نسبت حل مګر د B او A مایعات یو په بل کې محدود حل کیږي. د داسې د متقابل انحلالیت دیاګرام په (17 - 30) شکل کې ښودل شوی دی. که په یو لوښي کې د A خالصه ماده موجوده وي او په دغه لوښي کې قطره قطره د B مایع اضافه شي نو په ابتدا کې د B په A کې متجانس محلول جوړیږي. خو کله چې د B مقدار د a تر نقطې پورې زیات شي نو دلته دغه محلول د B په نسبت مشبوع کیږي. او د دې طبقې په څنګ کې د A په B کې نوې طبقه چې د b نقطې ترکیب لري رامنځ ته کیږي. د B مادې په اضافه کولو سره لومړنۍ طبقه(چې د a د نقطې ترکیب لري)، کوچنۍ یا نرۍ کیږي او نوې یا دویمه طبقه لویه یا ډبلیږي او کله چې په دې سیستم کې د B مقدار د b د نقطې پورې زیات شي نو په سیستم کې یوه طبقه محلول (A په B کې متجانس مشبوع محلول) موجود وي او که د B مقدار نور هم زیاتیږي نو A په B کې محلول رقیق کیږي او سیستم یو فازه (متجانس) پاتې کیږي. که غیر متجانس سیستم د G د نقطې ترکیب ولري نو دلته د a ترکیب لرونکی او د b ترکیب لرونکې دوه طبقې د تعادل په حال کې په لوښي کې موجودې وي. اوس دې مخلوط ته قطره قطره د C مایع وراچوو دا چې د C ماده هم په A او هم په B کې حل ده نو د C ماده په دواړو طبقو کې نفوذ کوي. دا چې د C ماده د B مادې څخه په A ماده کې نسبتاً ډیره حل کیږي نو ځکه د á نقطه د b́ د نقطې په پرتله د C رأس ته نژدې ده . اوس د X په نقطه کې د مخلوط دواړه طبقې درې کمپوننته دي. د á ترکیب لرونکې طبقه B په A کې مشبوع محلول دی چې یو څه C ماده هم په کې حل ده او b́ ترکیب لرونکی طبقه A په B کې مشبوع محلول دی چې یو څه د C ماده په دې کې هم حل شوې ده . د X په نقطه کې د دې طبقو د کتلو نسبت د رافعې د قاعدې په اساس مساوي کیږي.

$$\frac{\text{د } a' \text{ ترکیب لرونکې طبقې کتله}}{\text{د } b' \text{ ترکیب لرونکې طبقې کتله}} = \frac{Xb'}{Xa'}$$

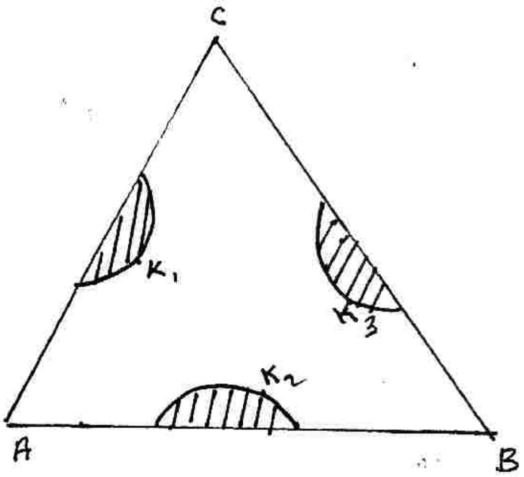


(1۷ -30)

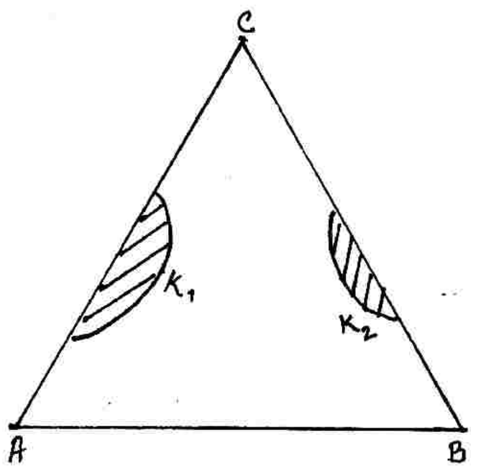
د دري مايع موادو د انحلال ايزوترم : A او C يو په بل کې ډير حل B او C يو په بل کې حل او B او A يو په بل کې محدود حل دی

د (30 – 1۷) شکل څخه معلوميږي چې د C مادې د اضافه کولو سره دA او B موادو متقابل انحلال زياتيږي ولې د دغه دري کمپوننته طبقو د ترکيب تفاوت ورو ورو کميږي. او بالاخره د k په نقطه کې د دغه طبقو تر منځ د جدائي سرحد له مينځه ځي او د دواړو طبقو ترکيب يو شی ګرځي k د بحراني نقطې په نامه او د a k b منحني د انحلاليت منحني يا د انحلاليت د ايزوترم په نامه ياديږي. د تودوخې په معينه درجه کې د a k b د منحني په داخل کې ترکيبونو مطابق په سيستم کې دوه طبقې محلولونه موجود وي. د يوې طبقې محلول ترکيب د b k پر منحني او د بلې طبقې محلول ترکيب د a k پر منحني موندل کيږي. او د تودوخې په مختلفو درجو کې د يوې طبقې ترکيب د a k پر منحنې او د بلې طبقې ترکيب د b k پر منحنې تغير کوي. د تراسنکو د قاعدې په اساس په اکثره دري کمپوننته سيستمونو کې هغه مستقيم خطونو ته چې سرونه ئې د a k b پر منحنې د دوه متعادلو طبقو محلولو ترکيب ښئ که ادامه ورکړل شي نو هغوئ ټول د

A Bخط (، A او B مایعات یو بل کې محدود حل کیږي): ادامه په یوه نقطه (D) کې قطع کوي. پس په داسې سیستمونو کې که د انحلالیت منحني معلوم وي او د D د نقطې څخه د انحلالیبت پر منحني مماس رسم کړو نو د انحلالیت پر منحني بحراني نقطه k لاس ته راځي. که د (A , B)مایعات یو په بل کې مکمل او د(A , C) او(B , C) مایعات یو په بل کې محدود حل وي نو د داسې سیستمونو د متقابل انحلالیت دیاګرام د (1۷ -32) شکل او که درې واړه مایع یعنې (A, B) , (B, C) او (A,C) په خپل منځ کې محدود حل کیږي نو د دغسې مایعاتو د متقابل انحلالیبت دیاګرام د (1۷ - 31) شکل لري.



(1۷ -31)شکل: د درې مایع موادو د انحلالیت ایزوترم
A او B مواد په خپل منځ کې محدود حل کیږي B او C مواد په خپل منځ کې محدود حل کیږي د C او A مواد یو بل کې محدود حل کیږي.



(1۷-32) شکل: د درې مایع موادو د- انحلالیت ایزوترم د A او B مایع یو بل کی مکمل حل کیږی
C او A او هم C او B مایعات یو بل کې محدود حل دی

په خپل منځ کې په دوه نه حل کیدونکي مایعاتو کې د د ر یمي مادې د حل کیدو ضریب:

دوه مایع A او B چې په خپل منځ کې نه حل کیږي او یا ډیر کم حل کیږي په یو لوښي کې اچوو. ښکاره خبره ده چې دا دوه مایع په لوښي کې دوه طبقې (11) او (1.) جوړوی په لومړي حالت کې دغه دوه طبقې یوه ئې خالصه A ماده او بله ئې خالصه B ماده ده.

په دویم حالت کې یوه طبقه(1) د B په A کې مشبوع محلول او بله طبقه(11) د A په B کې مشبوع محلول دی.

اوس دې سیستم ته دریمه ماده(C) وراچوو. دریمه ماده هم د A په مایع کې او هم د B په مایع کې حل کیږي. پس هغه په دواړو طبقو کې خپریږي(نفوذ کوي). او وروسته د دواړو طبقو تر منځ د دریمې مادې په خپریدو کې تعادل رامنځ ته کیږي. چې د تعادل په حالت لیکو:

$$\mu_c^{(I)} = \mu_c^{(II)}$$

په اخره افاده کې $\mu_c^{(I)}$ په (1) طبقه کې د C مادې کیمیاوي پوټانسیل او $\mu_c^{(II)}$ په (11) طبقه کې د C مادې کیمیاوي پوټانسیل ښئ. که دریم کمپوننت(C) داولې طبقې (1) او هم ددویمې طبقې دمو ادو سره ایدیال محلول جوړ وي نو د (113 - 11) معادلې په اساس لیکو:

$$\mu_c^{o(I)} + RTLn\, N_{(c)}^{(I)} = \mu_c^{o(II)} + RTLn\, N_{(c)}^{(II)} \quad .... \; (1V - 11)$$

په (1V - 11) افا ده کې $N_{(c)}^{(I)}$ په (1) فازکې. د C مادې مولي قسمت او $N_{(c)}^{(II)}$ په(11) فاز کې د C مادې مولي قسمت $\mu_c^{o(I)}$ او $\mu_c^{o(II)}$ په (1) او (11) فازونو کې د دریم(C) کمپوننت د کیمیاوي پوټانسیل ستندرد قیمتونه دي د د ې کمیتو قیمت د تودوخې په معینه درجه کې ثابت او معین دی. پس د (1V - 11) معادلې له مخې لیکو:

$$Ln\, \frac{N_c^{(I)}}{N_c^{(II)}} = \frac{\mu_c^{o(II)} - \mu_c^{o(I)}}{RT} = f(T) = const \quad ..... \; (1V - 12)$$

که دریم کمپوننت(C) د(1) او (11) فازونو د موادو سره غیر ایدیال محلول جوړوي نو دلته د غلظت (N c) پر ځای د C مادې د فعالیت قیمتونه په(1) او (11) فازونو کې ($a_3^{(1)}$, $a_3^{(11)}$) په پام کې نیسو او (17-12) معادله داسې لیکو:

$$a_3^{(1)} / a_3^{(11)} = k \quad ..... \quad (17-13)$$

که په (1) او (11) فازونو کې د دریم کمپوننت (C) محلولونه ډیر رقیق وي نو دلته د فعالیت پر ځای په (1) او (11) فازونو کې د دریمې مادې(C) مولي غلظت c په کار وړلای شو او لیکو:

$$C_c^{(1)} / C_c^{(11)} = K \quad ... \quad (17-14)$$

که په (1) او (11) فازونو کې د دریم کمپوننت (C) انحلالیت کم وي نو په داسې سیستم کې د دغې مادې مشبوع محلول هم ډیر رقیق وي او د ایدیال محلولو قوانین پرې تطبیق کیږي. نو دلته د مولي غلظت پر ځای په (1)او(11) فازونو کې د دریم کمپوننت(C)د انحلالیت S قیمت په کار وړلای شو او لیکو چې:

$$S_c^{(1)} / S_c^{(11)} = K \quad ...... \quad (17-15)$$

په پورتنیو افادو کې < K ثابت په (A)او (B) موادو کې د دریمې (C)مادې د خپریدو د ضریب په نامه یادیږي. د K قیمت د تودوخې په درجې او هم د غلظت په واحدونو پورې مربوط دی. پرته له دې پورتنۍ د K افادې هغه وخت صرق کوي چې دریم کمپوننت(C) د A او B موادو متقابل انحلالیت ته تغیر ورنه کړي او هم په خپله د حل کیدتو په وخت کې تغیر (لکه انفکاک او اسوسات جوړول) ونه کړي. که دریم کمپوننت(C) په یو سیستم کې پورتني تغیرات منځ ته راوړي نو دلته د K افاده او د هغې عددي قیمت تغیر کوي. مثلاً که دریم کمپوننت په (1) فاز کې انفکاک کوي او دوه ذرې ترې لاس ته راځي یا په بل عبارت د دریم کمپوننت مالیکولي کتله په (11) فاز کې د (1)فاز په پرتله دوه چنده وي نو دلته د K افاده داسې لیکل کیږي:

$$(C_3^{(1)})^2 / C_3^{(11)} = K \quad ... \quad (17-16)$$

که د دریم(C) کمپوننت فعالیت په (1) فاز کې ($a_3^{(1)}$) او هم د K قیمت وپیژنو نو د (17-16) افادې په مرسته د دریم(C)کمپوننت فعالیت په (11) فاز کې ($a_3^{(11)}$) په اسانۍ معلومولای شو.

مثلاً که د دریم کمپوننت(C) د K قیمت په دوه محللو کې عملاً تعین شي نو د دې قیمت په مرسته د دریم کمپوننت د انفکاک درجه او د اسوسیشن درجه په یو محلل کې معلومیدای شي.

د محلول څخه د حل شوې مادې اکسترکشن (جدا کول):

اوس دوه کیمیاوي مواد (1) او (2) چې په خپل منځ کې بالکل نه حل کیږي په پام کې نیسو. په یو لوښي کې په (1) محلل کې د یوې مادې محلول جوړوو. حل شوې ماده په (1) او (2) محللو دواړو کې حل کیږي اوس په دغه لوښي کې(2) محلل وراچوو او لوښی ښوروو. دلته حل شوې ماده په دواړو (1) او (2) محللو کې حل کیږي.
دا چې دغه دواړه محللونه یو په بل کې نه حل کیږي نو په لوښي کې د (1) او (2) محللو دوه طبقې محلولونه جوړیږي. که لوښی د یو وخت دپاره ارام کیښودل شي نو دغه دواړه طبقې په اسانۍ یو د بل څخه جدا کیدای شي. د محلول څخه د حل شوې مادې په دې ډول جدا کولو ته اکسترکشن وائي. که د حل شوې مادې غلظت په (1) محلل کې پهC_1 او په (2) محلل کې پهC_2 وښودل شي نو په دغه محللونو کې دحل شوې مادې د خپرید و ضریب K مساوي کیږي:

$$K = C_2 / C_1 \quad ..... \quad (17 - 17)$$

په (17 - 17) افاده کې په هره اندازه چې د K قیمت د یو څخه زیات وي د اکسترکشن مؤثریت هم زیات وي. دلته په سیستم کې د بعضې مواد و په اضافه کولو د K قیمت ته تغیر ورکولای‌شو. مثلاً که د اوبو د محلول څخه د عضوي تیزابو جدا کول مطلوب وي دلته د دویم محلل په حیث د ایتر څخه کار اخلي‌عضوي تیزاب ضعیف الکترولیت دی. د اوبو په محلول کې د عضوي تیزابو یو شمیر مالیکولونه الکترولیتي انفکاک کوي مثبت او منفي ایونونه جوړوي او یو شمیر ئې د مالیکولو په شکل په اوبو کی موجود وي. که دې محلول ته ایتر واچول شي نو د عضوي تیزابو مالیکولونه په ایتر کې حل کیزي او د تیزابو تفکیک شوي مالیکولونه د ایونو په حالت داوبو په محلول کې پاتې کیږي چې د تودوخې په معینه درجه کې دلته د K قیمت ثابت وي اوس که دغه سیستم ته یو قوي تیزاب واچول شي دلته د عضوي تیزاب ایونونه بیرته یو ځای کیږي او د عضوي تیزاب مالیکولونه جوړوي دا مالیکولونه په ایتر کې حل کیږي او په نتیجه کې د ایتر په فاز کې د عضوي تیزابو غلظت(C) زیات او د اوبو په طبقه کې د عضوي تیزابو غلظت(C)کمیږي چې په دې ترتیب د K قیمت هم زیاتیږي.

اوس فرض کوو چې د اوبو محلول a لیتر او د ایتر مقدار b لیتر دی. که په a لیتر د اوبو په محلول کې د حل شوې مادې لومړنی مقدار m گرام وي او کله چې دغه a لیتر د اوبو محلول د b لیتر ایترو په واسطه اکسترکشن شي نو m X گرامه حل شوې ماده د اوبو په محلول کې پاتې کیږي او m (1 – X) گرامه ئې دایتر په طبقه کې حل کیږي پس د (۱۷ – ۱۷) معادلې په اساس لیکو

$$K = C_2 / C_1 = C_E / C_{aq} = \frac{m(1-X)}{b} : \frac{mX}{a}$$

پس د اوبو په محلول کې د m گرام حل شوې مادې باقي پاتې قسمت (X) مساوي کیږي.

$$X = a / (a + b K) \quad .... \quad (1۷ - ۱8)$$

یعنې هر ځل چې a لیتره د اوبو محلول د b لیتره ایترو په واسطه اکسترکشن کیږي د ابو په محلول کې د m گرامه حل شوې مادې X ام قسمت په اوبو کې پاتې کیږي نو که د اکسترکشن عملیه n کرته تکرار شي نو د اوبو په محلول کې د m گرام حل شوې مادې څخه باقي پاتې مقدار مساوي کیږي:

$$X^n \approx 0$$

پس که یو معین مقدار محلول د معین مقدار دویم محلل په واسطه اکسترکشن کیږي نو که دویم محلل څو قسمته شي او په هر قسمت د اکسترکشن عملیه اجرا شي نتیجه به ئې د ټول دویم محلل په واسطه یو ځل د اکسترکشن د عملیې څخه ډیره ښه وي. مثلاً که داوبو او ایترو په محللو کې د عضوي تیزابو د خپریدو ثابت (K = 2) وي او یو لیتر د اوبو محلول(a) د یو لیتر ایترو(b) په واسطه اکسترکشن کول مطلوب وي نو:

۱ – یو لیتر د a محلول په یو لیتر د b محلل په واسطه یو ځل اکسترکشن کوو او لیکو:

$$X = a / (a + b K)$$

$$mX = m \; 1 / (1 + 1 . 2) = 0{,}33 . m$$

۲ – یو لیتر د a محلول د یو لیتر د b محلول په واسطه لس کرته اکسترکشن کوو او لیکو:

$$m . X^{10} = m [1 / (1 + 0{,}1 . 2)]^{10} = 0{,}16 . m$$

MENDELEEV'S PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

Periods	a I b	a II b	a III b	a IV b	a V b	a VI b	a VII b	a VIII	VIII b	VIII b
1	H						1 H 1.0079 $1s^1$ Hydrogen	2 He 4.00260 $1s^2$ Helium		
2	3 Li 6.94$_1$ $2s^1$ Lithium	4 Be 9.01218 $2s^2$ Beryllium	5 B 10.81 $2s^2 2p^1$ Boron	6 C 12.011 $2s^2 2p^2$ Carbon	7 N 14.0067 $2s^2 2p^3$ Nitrogen	8 O 15.9994 $2s^2 2p^4$ Oxygen	9 F 18.99840 $2s^2 2p^5$ Fluorine	10 Ne 20.17$_9$ $2s^2 2p^6$ Neon		
3	11 Na 22.98977 $3s^1$ Sodium	12 Mg 24.305 $3s^2$ Magnesium	13 Al 26.98154 $3s^2 3p^1$ Aluminium	14 Si 28.08$_6$ $3s^2 3p^2$ Silicon	15 P 30.97376 $3s^2 3p^3$ Phosphorus	16 S 32.06 $3s^2 3p^4$ Sulphur	17 Cl 35.453 $3s^2 3p^5$ Chlorine	18 Ar 39.94$_8$ $3s^2 3p^6$ Argon		
4	19 K 39.09$_8$ $4s^1$ Potassium	20 Ca 40.08 $4s^2$ Calcium	$3d^1 4s^2$ 21 Sc 44.9559 Scandium	$3d^2 4s^2$ 22 Ti 47.90 Titanium	$3d^3 4s^2$ 23 V 50.941$_4$ Vanadium	$3d^5 4s^1$ 24 Cr 51.996 Chromium	$3d^5 4s^2$ 25 Mn 54.9380 Manganese	$3d^6 4s^2$ 26 Fe 55.84$_7$ Iron	$3d^7 4s^2$ 27 Co 58.9332 Cobalt	$3d^8 4s^2$ 28 Ni 58.70 Nickel
	$3d^{10} 4s^1$ 29 Cu 63.54$_6$ Copper	$3d^{10} 4s^2$ 30 Zn 65.38 Zinc	31 Ga 69.72 $4s^2 4p^1$ Gallium	32 Ge 72.5$_9$ $4s^2 4p^2$ Germanium	33 As 74.9216 $4s^2 4p^3$ Arsenic	34 Se 78.9$_6$ $4s^2 4p^4$ Selenium	35 Br 79.904 $4s^2 4p^5$ Bromine	36 Kr 83.80 $4s^2 4p^6$ Krypton		
5	37 Rb 85.467$_8$ $5s^1$ Rubidium	38 Sr 87.62 $5s^2$ Strontium	$4d^1 5s^2$ 39 Y 88.9059 Yttrium	$4d^2 5s^2$ 40 Zr 91.22 Zirconium	$4d^4 5s^1$ 41 Nb 92.9064 Niobium	$4d^5 5s^1$ 42 Mo 95.9$_4$ Molybdenum	$4d^5 5s^2$ 43 Tc [97] Technetium	$4d^7 5s^1$ 44 Ru 101.0$_7$ Ruthenium	$4d^8 5s^1$ 45 Rh 102.9055 Rhodium	$4d^{10} 5s^0$ 46 Pd 106.4 Palladium
	$4d^{10} 5s^1$ 47 Ag 107.868 Silver	$4d^{10} 5s^2$ 48 Cd 112.40 Cadmium	49 In 114.82 $5s^2 5p^1$ Indium	50 Sn 118.6$_9$ $5s^2 5p^2$ Tin	51 Sb 121.7$_5$ $5s^2 5p^3$ Antimony	52 Te 127.6$_0$ $5s^2 5p^4$ Tellurium	53 I 126.9045 $5s^2 5p^5$ Iodine	54 Xe 131.30 $5s^2 5p^6$ Xenon		
6	55 Cs 132.9054 $6s^1$ Cesium	56 Ba 137.3$_4$ $6s^2$ Barium	$5d^1 6s^2$ 57 La* 138.905$_5$ Lanthanum	$5d^2 6s^2$ 72 Hf 178.4$_9$ Hafnium	$5d^3 6s^2$ 73 Ta 180.947$_9$ Tantalum	$5d^4 6s^2$ 74 W 183.8$_5$ Tungsten	$5d^5 6s^2$ 75 Re 186.207 Rhenium	$5d^6 6s^2$ 76 Os 190.2 Osmium	$5d^7 6s^2$ 77 Ir 192.2$_2$ Iridium	$5d^9 6s^1$ 78 Pt 195.0$_9$ Platinum
	$5d^{10} 6s^1$ 79 Au 196.9665 Gold	$5d^{10} 6s^2$ 80 Hg 200.5$_9$ Mercury	81 Tl 204.3$_7$ $6s^2 6p^1$ Thallium	82 Pb 207.2 $6s^2 6p^2$ Lead	83 Bi 208.9804 $6s^2 6p^3$ Bismuth	84 Po [209] $6s^2 6p^4$ Polonium	85 At [210] $6s^2 6p^5$ Astatine	86 Rn [222] $6s^2 6p^6$ Radon		
7	87 Fr [223] $7s^1$ Francium	88 Ra [226] $7s^2$ Radium	$6d^1 7s^2$ 89 Ac** [227] Actinium	$6d^2 7s^2$ 104 (Ku) [261] Kurchatovium	105 (Ns) [261] (Nilsbohrium)	106 E-W [263]	107 E-Re [261]			

* LANTHANIDES

58 Ce 140.12 $6s^2$ $5d^1$ $4f^1$ Cerium	59 Pr 140.9077 $4f^3 6s^2$ Praseodymium	60 Nd 144.2$_4$ $4f^4 6s^2$ Neodymium	61 Pm [145] $4f^5 6s^2$ Promethium	62 Sm 150.4 $4f^6 6s^2$ Samarium	63 Eu 151.96 $4f^7 6s^2$ Europium	64 Gd $6s^2$ 157.2$_5$ $5d^1 4f^7$ Gadolinium	65 Tb 158.9254 $4f^9 6s^2$ Terbium	66 Dy 162.5$_0$ $4f^{10} 6s^2$ Dysprosium	67 Ho 164.9304 $4f^{11} 6s^2$ Holmium	68 Er 167.2$_6$ $4f^{12} 6s^2$ Erbium	69 Tm 168.9342 $4f^{13} 6s^2$ Thulium	70 Yb 173.0$_4$ $4f^{14} 6s^2$ Ytterbium	71 Lu $6s^2$ 174.97 $5d^1 4f^{14}$ Lutetium

** ACTINIDES

90 Th 232.0381 $6d^2 7s^2$ Thorium	91 Pa $7s^2$ [231] $6d^1 5f^2$ Protactinium	92 U $7s^2$ 238.02$_9$ $6d^1 5f^3$ Uranium	93 Np $7s^2$ [237] $6d^1 5f^4$ Neptunium	94 Pu [244] $5f^6 7s^2$ Plutonium	95 Am [243] $5f^7 7s^2$ Americium	96 Cm [247] $7s^2$ $6d^1 5f^7$ Curium	97 Bk $7s^2$ [247] $6d^1 5f^8$ Berkelium	98 Cf [251] $5f^{10} 7s^2$ Californium	99 Es [254] $5f^{11} 7s^2$ Einsteinium	100 Fm [257] $5f^{12} 7s^2$ Fermium	101 Md [258] $5f^{13} 7s^2$ Mendelevium	102 (No) [259] $5f^{14} 7s^2$ (Nobelium)	103 (Lr) [260] $5f^{14} 6d^1 7s^2$ (Lawrencium)

(ا- ۱ v) جدول: د ذوب او تبخير د انتالپي ستندرد قيمتونه ($kj\ mol^{-1}$) اودتودوخي درجي

	T_f/K	Fusion	T_b/K	Vaporization
Elements				
Ag	1234	11.30	2436	250.6
Ar	83.81	1.188	87.29	6.506
Br_2	265.9	10.57	332.4	29.45
Cl_2	172.1	6.41	239.1	20.41
F_2	53.6	0.26	85.0	3.16
H_2	13.96	0.117	20.38	0.916
He	3.5	0.021	4.22	0.084
Hg	234.3	2.292	629.7	59.30
I_2	386.8	15.52	458.4	41.80
N_2	63.15	0.719	77.35	5.586
Na	371.0	2.601	1156	98.01
O_2	54.36	0.444	90.18	6.820
Xe	161	2.30	165	12.6
K	336.4	2.35	1031	80.23
Inorganic compounds				
CCl_4	250.3	2.47	349.9	30.00
CO_2	217.0	8.33	194.6	[illegible]
CS_2	161.2	4.39	319.4	[illegible]
H_2O	273.15	6.008	373.15	[illegible]
				[illegible]
H_2S	187.6	2.377	212.8	[illegible]
H_2SO_4	283.5	2.56		
NH_3	195.4	5.652	239.7	23.35
Organic compounds				
CH_4	90.68	0.941	111.7	[illegible]
CCl_4	250.3	2.5	350	[illegible]
C_2H_6	89.85	2.86	184.6	[illegible]
C_6H_6	278.61	10.59	353.2	[illegible]
C_6H_{14}	178	13.08	342.1	[illegible]
$C_{10}H_8$	354	18.80	490.9	[illegible]
CH_3OH	175.2	3.16	337.2	[illegible]
				[illegible]
C_2H_5OH	158.7	4.60	352	43.5

Data: AIP; s denotes sublimation

(1V-2) د يو شمير موادو ترمو ديناميكي مشخصات (298K)

	$M/(g\ mol^{-1})$	$\Delta_f H^{\circ}/(kJ\ mol^{-1})$	$\Delta_f G^{\circ}/(kJ\ mol^{-1})$	$S^{\circ}_m/(J\ K^{-1}\ mol^{-1})$†	$C^{\circ}_{p,m}/(J\ K^{-1}\ mol^{-1})$	Δ_c[illegible]
C(s) (graphite)	12.011	0	0	5.740	8.527	[illegible]
C(s) (diamond)	12.011	+1.895	+2.900	2.377	6.113	[illegible]
$CO_2(g)$	44.040	−393.51	−394.36	213.74	37.11	
Hydrocarbons						
$CH_4(g)$, methane	16.04	−74.81	−50.72	186.26	35.31	[illegible]
$CH_3(g)$, methyl	15.04	+145.69	+147.92	194.2	38.70	
$C_2H_2(g)$, ethyne	26.04	+226.73	+209.20	200.94	43.93	[illegible]
$C_2H_4(g)$, ethene	28.05	+52.26	+68.15	219.56	43.56	[illegible]
$C_2H_6(g)$, ethane	30.07	−84.68	−32.82	229.60	52.63	[illegible]
$C_3H_6(g)$, propene	42.08	+20.42	+62.78	267.05	63.89	[illegible]
$C_3H_6(g)$, cyclopropane	42.08	+53.30	+104.45	237.55	55.94	[illegible]
$C_3H_8(g)$, propane	44.10	−103.85	−23.49	269.91	73.5	[illegible]
$C_4H_8(g)$, 1-butene	56.11	−0.13	+71.39	305.71	85.65	[illegible]
$C_4H_8(g)$, *cis*-2-butene	56.11	−6.99	+65.95	300.94	78.91	[illegible]
$C_4H_8(g)$, *trans*-2-butene	56.11	−11.17	+63.06	296.59	87.82	[illegible]
$C_4H_{10}(g)$, butane	58.13	−126.15	−17.03	310.23	97.45	[illegible]
$C_5H_{12}(g)$, pentane	72.15	−146.44	−8.20	348.40	120.2	[illegible]
$C_5H_{12}(l)$	72.15	−173.1				
$C_6H_6(l)$, benzene	78.12	+49.0	+124.3	173.3	136.1	[illegible]

ادامه جدول (IV-2)

	M/(g mol^{-1})	$\Delta_f H^{\ominus}$/(kJ mol^{-1})	$\Delta_f G^{\ominus}$/(kJ mol^{-1})	$S^{\ominus}_{m}$/(J K^{-1} mol^{-1})†	$C^{\ominus}_{p,m}$/(J K^{-1} mol^{-}
Caesium (cesium)					
$Cs(s)$	132.91	0	0	85.23	32.17
$Cs(g)$	132.91	+76.06	+49.12	175.60	20.79
$Cs^{+}(aq)$	132.91	−258.28	−292.02	+133.05	−10.5
Calcium					
$Ca(s)$	40.08	0	0	41.42	25.31
$Ca(g)$	40.08	+178.2	+144.3	154.88	20.786
$Ca^{2+}(aq)$	40.08	−542.83	−553.58	53.1	
$CaO(s)$	56.08	−635.09	−604.03	39.75	42.80
$CaCO_3(s)$ (calcite)	100.09	−1206.9	−1128.8	92.9	81.88
$CaCO_3(s)$ (aragonite)	100.09	−1207.1	−1127.8	88.7	81.25
$CaF_2(s)$	78.08	−1219.6	−1167.3	68.87	67.03
$CaCl_2(s)$	110.99	−795.8	−748.1	104.6	72.59
$CaBr_2(s)$	199.90	−682.8	−663.6	130	
Carbon (for 'organic' compounds of carbon, see Table 2.5)					
$C(s)$ (graphite)	12.011	0	0	5.740	8.527
$C(s)$ (diamond)	12.011	+1.895	+2.900	2.377	6.113
$C(g)$	12.011	+716.68	+671.26	158.10	20.838
$C_2(g)$	24.022	+831.90	+775.89	199.42	43.21
$CO(g)$	28.011	−110.53	−137.17	197.67	29.14
$CO_2(g)$	44.010	−393.51	−394.36	213.74	37.11
$CO_2(aq)$	44.010	−413.80	−385.98	117.6	
$H_2CO_3(aq)$	62.03	−699.65	−623.08	187.4	
$HCO_3^{-}(aq)$	61.02	−691.99	−586.77	+91.2	
$CO_3^{2-}(aq)$	60.01	−677.14	−527.81	−56.9	
$CCl_4(l)$	153.82	−135.44	−65.21	216.40	131.75
$CS_2(l)$	76.14	+89.70	+65.27	151.34	75.7
$HCN(g)$	27.03	+135.1	+124.7	201.78	35.86
$HCN(l)$	27.03	+108.87	+124.97	112.84	70.63
$CN^{-}(aq)$	26.02	+150.6	+172.4	+94.1	
Chlorine					
$Cl_2(g)$	70.91	0	0	223.07	33.91
$Cl(g)$	35.45	+121.68	+105.68	165.20	21.840
$Cl^{-}(g)$	34.45	−233.13			
$Cl^{-}(aq)$	35.45	−167.16	−131.23	+56.5	−136.4
$HCl(g)$	36.46	−92.31	−95.30	186.91	29.12
$HCl(aq)$	36.46	−167.16	−131.23	56.5	−136.4
Chromium					
$Cr(s)$	52.00	0	0	23.77	23.35
$Cr(g)$	52.00	+396.6	+351.8	174.50	20.79
$CrO_4^{2-}(aq)$	115.99	−881.15	−727.75	+50.21	
$Cr_2O_7^{2-}(aq)$	215.99	−1490.3	−1301.1	+261.9	

جدول ادامه (۱۷-۲)

Thermodynamic data for elements and inorganic compounds (all values relate to 298 K)

	$M/(g\ mol^{-1})$	$\Delta_f H^\circ/(kJ\ mol^{-1})$	$\Delta_f G^\circ/(kJ\ mol^{-1})$	$S_m^\circ/(J\ K^{-1}\ mol^{-1})$
Aluminium (aluminum)				
Al(s)	26.98	0	0	28.33
Al(l)	26.98	+10.56	+7.20	39.55
Al(g)	26.98	+326.4	+285.7	164.54
Al^{3+}(g)	26.98	+5483.17		
Al^{3+}(aq)	26.98	-531	-485	-321.7
Al_2O_3(s, α)	101.96	-1675.7	-1582.3	50.92
$AlCl_3$(s)	133.24	-704.2	-628.8	110.67
Argon				
Ar(g)	39.95	0	0	154.84
Antimony				
Sb(s)	121.75	0	0	45.69
SbH_3(g)	124.77	+145.11	+147.75	232.78
Arsenic				
As(s, α)	74.92	0	0	35.1
As(g)	74.92	+302.5	+261.0	174.21
As_4(g)	299.69	+143.9	+92.4	314
AsH_3(g)	77.95	+66.44	+68.93	222.78
Barium				
Ba(s)	137.34	0	0	62.8
Ba(g)	137.34	+180	+146	170.24
Ba^{2+}(aq)	137.34	-537.64	-560.77	+9.6
BaO(s)	153.34	-553.5	-525.1	70.43
$BaCl_2$(s)	208.25	-858.6	-810.4	123.68
Beryllium				
Be(s)	9.01	0	0	9.50
Be(g)	9.01	+324.3	+286.6	136.27
Bismuth				
Bi(s)	208.98	0	0	56.74
Bi(g)	208.98	+207.1	+168.2	187.00
Bromine				
Br_2(l)	159.82	0	0	152.23
Br_2(g)	159.82	+30.907	+3.110	245.46
Br(g)	79.91	+111.88	+82.396	175.02
Br^-(g)	79.91	-219.07		
Br^-(aq)	79.91	-121.55	-103.96	+82.4
HBr(g)	90.92	-36.40	-53.45	198.70
Cadmium				
Cd(s, γ)	112.40	0	0	51.76
Cd(g)	112.40	+112.01	+77.41	167.75
Cd^{2+}(aq)	112.40	-75.90	-77.612	-73.2
CdO(s)	128.40	-258.2	-228.4	54.8
$CdCO_3$(s)	172.41	-750.6	-669.4	92.5

جدول ادامه (I V - ج)

	M/(g mol^{-1})	$\Delta_f H^\circ$/(kJ mol^{-1})	$\Delta_f G^\circ$/(kJ mol^{-1})	S°_m/(J K^{-1} mol^{-1})†	$C^\circ_{p,m}$/(J K^{-1} [illegible])
Copper					
Cu(s)	63.54	0	0	33.150	24.44
Cu(g)	63.54	+338.32	+298.58	166.38	20.79
Cu^+(aq)	63.54	+71.67	+49.98	+40.6	
Cu^{2+}(aq)	63.54	+64.77	+65.49	−99.6	
Cu_2O(s)	143.08	−168.6	−146.0	93.14	63.64
CuO(s)	79.54	−157.3	−129.7	42.63	42.30
$CuSO_4$(s)	159.60	−771.36	−661.8	109	100.0
$CuSO_4 \cdot H_2O$(s)	177.62	−1085.8	−918.11	146.0	134
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$(s)	249.68	−2279.7	−1879.7	300.4	280
Deuterium					
D_2(g)	4.028	0	0	144.96	29.20
HD(g)	3.022	+0.318	−1.464	143.80	29.196
D_2O(g)	20.028	−249.20	−234.54	198.34	34.27
D_2O(l)	20.028	−294.60	−243.44	75.94	84.35
HDO(g)	19.022	−245.30	−233.11	199.51	[illegible]
HDO(l)	19.022	−289.89	−241.86	79.29	
Fluorine					
F_2(g)	38.00	0	0	202.78	[illegible]
F(g)	19.00	+78.99	+61.91	158.75	[illegible]
F^-(aq)	19.00	−332.63	−278.79	−13.8	−106.7
HF(g)	20.01	−271.1	−273.2	173.78	[illegible]
Gold					
Au(s)	196.97	0	0	47.40	[illegible]
Au(g)	196.97	+366.1	+326.3	180.50	[illegible]
Helium					
He(g)	4.003	0	0	126.15	[illegible]
Hydrogen (see also deuterium)					
H_2(g)	2.016	0	0	130.684	[illegible]
H(g)	1.008	+217.97	+203.25	114.71	[illegible]
H^+(aq)	1.008	0	0	0	[illegible]
H^+(g)	1.008	+1536.20			
H_2O(s)	18.015			37.99	
H_2O(l)	18.015	−285.83	−237.13	69.91	[illegible]
H_2O(g)	18.015	−241.82	−228.57	188.83	[illegible]
H_2O_2(l)	34.015	−187.78	−120.35	109.6	[illegible]
Iodine					
I_2(s)	253.81	0	0	116.135	[illegible]
I_2(g)	253.81	+62.44	+19.33	260.69	[illegible]
I(g)	126.90	+106.84	+70.25	180.79	[illegible]
I^-(aq)	126.90	−55.19	−51.57	+111.3	[illegible]
HI(g)	127.91	+26.48	+1.70	206.59	[illegible]

ادامه جدول (۲-۱۷)

	$M/(g\ mol^{-1})$	$\Delta_f H^\circ/(kJ\ mol^{-1})$	$\Delta_f G^\circ/(kJ\ mol^{-1})$	$S^\circ_m/(J\ K^{-1}\ mol^{-1})$†	$C^\circ_{p,m}/(J\ K^{-1}\ mol^{-1})$
Iron					
Fe(s)	55.85	0	0	27.28	25.10
Fe(g)	55.85	+416.3	+370.7	180.49	25.68
$Fe^{2+}(aq)$	55.85	−89.1	−78.90	−137.7	
$Fe^{3+}(aq)$	55.85	−48.5	−4.7	−315.9	
$Fe_3O_4(s)$ (magnetite)	231.54	−1118.4	−1015.4	146.4	143.43
$Fe_2O_3(s)$ (haematite)	159.69	−824.2	−742.2	87.40	103.85
FeS(s, α)	87.91	−100.0	−100.4	60.29	50.54
$FeS_2(s)$	119.98	−178.2	−166.9	52.93	62.17
Krypton					
Kr(g)	83.80	0	0	164.08	20.786
Lead					
Pb(s)	207.19	0	0	64.81	26.44
Pb(g)	207.19	+195.0	+161.9	175.37	20.79
$Pb^{2+}(aq)$	207.19	−1.7	−24.43	+10.5	
PbO(s, yellow)	223.19	−217.32	−187.89	68.70	45.77
PbO(s, red)	223.19	−218.99	−188.93	66.5	45.81
$PbO_2(s)$	239.19	−277.4	−217.33	68.6	64.64
Lithium					
Li(s)	6.94	0	0	29.12	24.77
Li(g)	6.94	+159.37	+126.66	138.77	20.79
$Li^+(aq)$	6.94	−278.49	−293.31	+13.4	68.6
Magnesium					
Mg(s)	24.31	0	0	32.68	24.89
Mg(g)	24.31	+147.70	+113.10	148.65	20.786
$Mg^{2+}(aq)$	24.31	−466.85	−454.8	−138.1	
MgO(s)	40.31	−601.70	−569.43	26.94	37.15
$MgCO_3(s)$	84.32	−1095.8	−1012.1	65.7	75.52
$MgCl_2(s)$	95.22	−641.32	−591.79	89.62	71.38
Mercury					
Hg(l)	200.59	0	0	76.02	27.983
Hg(g)	200.59	+61.32	+31.82	174.96	20.786
$Hg^{2+}(aq)$	200.59	+171.1	+164.40	−32.2	
$Hg_2^{2+}(aq)$	401.18	+172.4	+153.52	+84.5	
HgO(s)	216.59	−90.83	−58.54	70.29	44.06
$Hg_2Cl_2(s)$	472.09	−265.22	−210.75	192.5	102
$HgCl_2(s)$	271.50	−224.3	−178.6	146.0	
HgS(s, black)	232.65	−53.6	−47.7	88.3	
Neon					
Ne(g)	20.18	0	0	146.33	20.786

	M/(g mol^{-1})	$\Delta_f H^\circ$/(kJ mol^{-1})	$\Delta_f G^\circ$/(kJ mol^{-1})	S°_m/(J K^{-1} mol^{-1})†	$C^\circ_{p,m}$/(J K^{-1} mol^{-1})
Potassium					
K(s)	39.10	0	0	64.18	29.58
K(g)	39.10	+89.24	+60.59	160.336	20.786
K^+(g)	39.10	+514.26			
K^+(aq)	39.10	−252.38	−283.27	+102.5	21.8
KOH(s)	56.11	−424.76	−379.08	78.9	64.9
KF(s)	58.10	−576.27	−537.75	66.57	49.04
KCl(s)	74.56	−436.75	−409.14	82.59	51.30
KBr(s)	119.01	−393.80	−380.66	95.90	52.30
KI(s)	166.01	−327.90	−324.89	106.32	52.93
Silicon					
Si(s)	28.09	0	0	18.83	20.00
Si(g)	28.09	+455.6	+411.3	167.97	22.25
SiO_2(s, α)	60.09	−910.94	−856.64	41.84	44.43
Silver					
Ag(s)	107.87	0	0	42.55	25.351
Ag(g)	107.87	+284.55	+245.65	173.00	20.79
Ag^+(aq)	107.87	+105.58	+77.11	+72.68	21.8
AgBr(s)	187.78	−100.37	96.90	107.1	52.38
AgCl(s)	143.32	−127.07	−109.79	96.2	50.79
Ag_2O(s)	231.74	−31.05	−11.20	121.3	65.86
$AgNO_3$(s)	169.88	−129.39	−33.41	140.92	93.05
Sodium					
Na(s)	22.99	0	0	51.21	28.24
Na(g)	22.99	+107.32	+76.76	153.71	20.79
Na^+(aq)	22.99	−240.12	−261.91	59.0	46.4
NaOH(s)	40.00	−425.61	−379.49	64.46	59.54
NaCl(s)	58.44	−411.15	−384.14	72.13	50.50
NaBr(s)	102.90	−361.06	−348.98	86.82	51.38
NaI(s)	149.89	−287.78	−286.06	98.53	52.09
Sulfur					
S(s, α) (rhombic)	32.06	0	0	31.80	22.64
S(s, β) (monoclinic)	32.06	+0.33	+0.1	32.6	23.6
S(g)	32.06	+278.81	+238.25	167.82	23.673
S_2(g)	64.13	+128.37	+79.30	228.18	32.47
S^{2-}(aq)	32.06	+33.1	+85.8	−14.6	
SO_2(g)	64.06	−296.83	−300.19	248.22	39.87
SO_3(g)	80.06	−395.72	−371.06	256.76	50.67
H_2SO_4(l)	98.08	−813.99	−690.00	156.90	138.9
H_2SO_4(aq)	98.08	−909.27	−744.53	20.1	−293
SO_4^{2-}(aq)	96.06	−909.27	−744.53	+20.1	−293
HSO_4^-(aq)	97.07	−887.34	−755.91	+131.8	−84

جدول ادامه (۱۷-۲)

Table 2.6 (Continued)

	$M/(g\ mol^{-1})$	$\Delta_f H^\circ/(kJ\ mol^{-1})$	$\Delta_f G^\circ/(kJ\ mol^{-1})$	$S_m^\circ/(J\ K^{-1}\ mol^{-1})$†	[illegible]
Nitrogen					
$N_2(g)$	28.013	0	0	191.61	[illegible]
$N(g)$	14.007	+472.70	+455.56	153.30	[illegible]
$NO(g)$	30.01	+90.25	+86.55	210.76	[illegible]
$N_2O(g)$	44.01	+82.05	+104.20	219.85	[illegible]
$NO_2(g)$	46.01	+33.18	+51.31	240.06	[illegible]
$N_2O_4(g)$	92.01	+9.16	+97.89	304.29	[illegible]
$N_2O_5(s)$	108.01	−43.1	+113.9	178.2	[illegible]
$N_2O_5(g)$	108.01	+11.3	+115.1	355.7	[illegible]
$HNO_3(l)$	63.01	−174.10	−80.71	155.60	[illegible]
$HNO_3(aq)$	63.01	−207.36	−111.25	146.4	[illegible]
$NO_3(aq)$	62.01	−205.0	−108.74	+146.4	[illegible]
$NH_3(g)$	17.03	−46.11	−16.45	192.45	[illegible]
$NH_3(aq)$	17.03	−80.29	−26.50	111.3	
$NH_4^+(aq)$	18.04	−132.51	−79.31	+113.4	[illegible]
$NH_2OH(s)$	33.03	−114.2			
$HN_3(l)$	43.03	+264.0	+327.3	140.6	[illegible]
$HN_3(g)$	43.03	+294.1	+328.1	238.97	[illegible]
$N_2H_4(l)$	32.05	+50.63	+149.43	121.21	[illegible]
$NH_4NO_3(s)$	80.04	−365.56	−183.87	151.08	[illegible]
$NH_4Cl(s)$	53.49	−314.43	−202.87	94.6	
Oxygen					
$O_2(g)$	31.999	0	0	205.138	[illegible]
$O(g)$	15.999	+249.17	+231.73	161.06	[illegible]
$O_3(g)$	47.998	+142.7	+163.2	238.93	[illegible]
$OH^-(aq)$	17.007	−229.99	−157.24	−10.75	[illegible]
Phosphorus					
P(s, wh)	30.97	0	0	41.09	[illegible]
$P(g)$	30.97	+314.64	+278.25	163.19	[illegible]
$P_2(g)$	61.95	+144.3	+103.7	218.13	[illegible]
$P_4(g)$	123.90	+58.91	+24.44	279.98	[illegible]
$PH_3(g)$	34.00	+5.4	+13.4	210.23	[illegible]
$PCl_3(g)$	137.33	−287.0	−267.8	311.78	[illegible]
$PCl_3(l)$	137.33	−319.7	−272.3	217.1	
$PCl_5(g)$	208.24	−374.9	−305.0	364.6	[illegible]
$PCl_5(s)$	208.24	−443.5			
$H_3PO_3(s)$	82.00	−964.4			
$H_3PO_3(aq)$	82.00	−964.8			
$H_3PO_4(s)$	94.97	−1279.0	−1119.1	110.50	[illegible]
$H_3PO_4(l)$	94.97	−1266.9			
$H_3PO_4(aq)$	94.97	−1277.4	−1018.7	−222	
$PO_4^{3-}(aq)$	94.97	−1277.4	−1018.7	−221.8	
$P_4O_{10}(s)$	283.89	−2984.0	−2697.0	228.86	[illegible]
$P_4O_6(s)$	219.89	−1640.1			

جدول (1v -5)

Van der Waals coefficients

	a/(atm L^2 mol^{-2})	b/(10^{-2} L mol^{-1})		a/(atm L^2 mol^{-2})	b/(10^{-2} L mol^{-1})
Ar	1.337	3.20	H_2S	4.484	4.34
C_2H_4	4.552	5.82	He	0.0341	2.38
C_2H_6	5.507	6.51	Kr	5.125	1.06
C_6H_6	18.57	11.93	N_2	1.352	3.87
CH_4	2.273	4.31	Ne	0.205	1.67
Cl_2	6.260	5.42	NH_3	4.169	3.71
CO	1.453	3.95	O_2	1.364	3.19
CO_2	3.610	4.29	SO_2	6.775	5.68
H_2	0.2420	2.65	Xe	4.137	5.16
H_2O	5.464	3.05			

جدول (1v -6)

Critical constants of gases

	p_c/atm	V_c/(cm^3 mol^{-1})	T_c/K	Z_c
Ar	48.00	75.25	150.72	0.292
Br_2	102	135	584	0.287
C_2H_4	50.50	124	283.1	0.270
C_2H_6	48.20	148	305.4	0.285
C_6H_6	48.6	260	562.7	0.274
CH_4	45.6	98.7	190.6	0.288
Cl_2	76.1	124	417.2	0.276
CO_2	72.85	94.0	304.2	0.274
F_2	55	144		
H_2	12.8	64.99	33.23	0.305
H_2O	218.3	55.3	647.4	0.227
HBr	84.0	363.0		
HCl	81.5	81.0	324.7	0.248
He	2.26	57.76	5.21	0.305
HI	80.8	423.2		
Kr	54.27	92.24	209.39	0.291
N_2	33.54	90.10	126.3	0.292
Ne	26.86	41.74	44.44	0.307
NH_3	111.3	72.5	405.5	0.242
O_2	50.14	78.0	154.8	0.308
Xe	58.0	118.8	289.75	0.290

(ج — ۱۷) جدول : د بعضي موادو د مطلقي انتروپي ستندرډ قیمتونه

S°_{298}, J/K·mol	ماده	S°_{298}, J/K·mol	ماده	S°_{298}, J/K·mol	ماده
72,12	NaCl (c)	27,15	Fe (c)	42,55	Ag (c)
136,4	Na_2CO_3 (c)	60,29	FeS (c)	107,1	AgBr (c)
160,9	O (g)	31,3	Ge (c)	96,11	AgCl (c)
205,04	O_2 (g)	0,00	H^+ (sol)	115.5	AgI (c)
238,8	O_3 (g)	130,52	H_2 (g)	28,35	Al (c)
-10,86	OH^- (sol)	156,6	HNO_3 (l)	69.03	AlSb (c)
41,1	P (white)	192,6	H_3N (g)	112	$BaCO_3$ (c)
22,7	P (red)	188,72	H_2O (g)	126	$BaCl_2$ (c)
64.8	Pb (c)	70,08	H_2O (l)	214	$Ba(NO_3)_2$ (c)
167,7	S (g)	39,33	H_2O (c)	132,0	$BaSO_4$ (c)
228,18	S_2 (g)	156,9	H_2SO_4 (l)	2,368	C (diamond)
377	S_6 (g)	82,56	KCl (c)	5,740	C (graphite)
444,2	S_8 (g)	142,97	$KClO_3$ (c)	197,54	CO (g)
248,1	SO_2 (g)	79,32	KOH (c)	213,68	CO_2 (g)
122,05	SO_3 (l)	65,7	$MgCO_3$ (c)	186,19	CH_4 (g)
45,69	Sb (c)	26,9	MgO (c)	113,6	$CaCl_2$ (c)
18,8	Si (c)	199,9	N_2 (g)	92,9	$CaCO_3$ (c)
42,7	SiO_2 (c)	151,0	NH_4NO_3 (c)	39,7	CaO (c)
46,9	SiO_2 (vit)	210,6	NO (g)	56,54	Cl^- (sol)
51,6	Sn (c)	240,2	NO_2 (g)	222,9	Cl_2 (g)
43,64	ZnO (c)	178,4	N_2O_5 (c)	71,96	CrO_3 (c)
				27,15	Cr_2O_3 (c)

(۱۷ - ۴) جدول : د موادو د جوړیدو د هیبس د انرژی ستندر قیمتونه

($\Delta G^{o}_{f,298}$)

$\Delta G^{o}_{f,298}$, kJ/mol	ماده	$\Delta G^{o}_{f,298}$, kJ/mol	ماده
-237,24	H_2O (l)	288,7	Al (g)
-814,2	H_2SO_4 (l)	-490,5	Al^{3+} (sol)
-281,3	K^+ (sol)	-1582	Al_2O_3 (c)
-408,0	KCl (c)	-3101	$Al_2(SO_4)_3$ (c)
-289,9	$KClO_3$ (c)	-561,1	Ba^{2+} (sol)
-393,1	KNO_3 (c)	-1353,0	$BaSO_4$ (c)
-380,2	KOH (c)	2,833	C (diamond)
-1158,7	$MgSO_4$ (c)	-137,14	CO (g)
-2868	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (c)	-394,38	CO_2 (g)
455,5	N (g)	-750,2	$CaCl_2$ (c)
86,58	NO (g)	-1128,8	$CaCO_3$ (c)
51,5	NO_2 (g)	-1161,9	CaF_2 (c)
-111,7	NO_3^- (sol)	-604,2	CaO (c)
77,3	Na (g)	-896,8	$Ca(OH)_2$ (c)
575,6	Na^+ (g)	105,3	Cl (g)
-384,0	NaCl (c)	-239,9	Cl^- (c)
-380,7	NaOH (c)	-131,4	Cl^- (sol)
-1266,8	Na_2SO_4 (c)	203,3	H (g)
231,8	O (g)	1516,99	H^+ (g)
162,7	O_3 (g)	0	H^+ (sol)
-157,4	OH^- (sol)	-53,2	HBr (g)
0,188	S (monoclinic)	-94,79	HCl (g)
-300,2	SO_2 (g)	-272,8	HF (g)
-370,0	SO_3 (g)	1,78	HI (g)
-368,04	SO_3 (l)	-16,71	H_3N (g)
-744,93	SO_4^{2-} (sol)	-80,3	HNO_3 (l)
-320,7	ZnO (c)	-228,61	H_2O (g)

د اخستو پتي

1 Physical chemistry, forth edition , Peter Atkins and Julio de Paula oxford 2005

2- Physical chemistry. David . Bal .Cleveland University copyright 2003

3- Physical chemistry (sventh edition) , Peter Atkins , Oxford , 2002

4- Solution manual for Physical Chemistry(fifth edition), P W Atkins and ,
C A Traap Oxford 1994

5 – Course Physical chemistry P. 1, Ya . E . Gerasimov Moscow 1973

6- Elements of chemical thermodynamics, E . N , Eremin Moscow 1974

7- Brief course of. Physical Chemistry , C M . Kochergen Moscow 1978

8- Physical Chemistry . A. G . Stromberg . Moscow . 1973

9- Physical Chemistry M. B . Gobin Kiev 1975

10- عمومي كيميا پوهاند دوكتور خير محمد ماموند هالند اتريخت 2002

11- فزيكي كيميا (پوښتني او حل شوي مثالونه) خير محمد ماموند د كابل پوليتخنيک انستيتوت 1361

12- كيمياي فزيكي(ممد درسي براي محصلان رشته تكنالوژي كيما) خير محمد ماموند انستيتوت پوليتخنيک كابل 1359

پوهاند دوکتور خیرمحمد ماموند

د پو هاند دوکتور خیرمحمدماموند لنډه پېژندنه

خیر محمدماموند د محترم مظلوم خان ځوی پر۱۳۲۱ هجري کال د کونړ ولایت د مرکز اړوند د تېشي په کلي کې زېږېدلې دی. نوموړی پر ۱۳۲۷ هجری کال د کونړ ولایت د مرکز- چغه السرای (اسعدآباد) په لمړني ښونځي کې شامل او په ۱۳۳۳ هجری کال له دغه ښوونځي څخه د فارغېدو وروسته په کابل کې د ابن سینا د منځني ښونځي په اوم ټولگي کې شامل او پر ۱۳۳۶هجری کال د دغه ښونځي د نهم ټولگي څخه د فارغېدو وروسته د کابل دارالمعلمین په لسم ټولگي کې شامل شوی دی. د کابل دارالمعلمین د هغه وخت د مقرراتو سره سم خیرمحمدماموند د یولسم ټولگي د نمرو پر اساس د مشرقي ولایت د ممتاز شاگرد په توگه د هیواد د نورو ولایتونو د ممتازو شاگردانو (ټول اتلسو تنو) سره یو ځای د کابل دارالمعلمین د فاکولتې د ځانگې په دولسم ټولگي کې شامل او پر ۱۳۳۹هجری کال د کابل دارالمعلمین له دولسم ټولگي څخه د فارغېدو وروسته پر ۱۳۴۰ هجری کال کی د کابل پوهنتون د طبیعي علومو په پوهنځي کې د کیمیا او بیالوژي په څانگه کې شامل شوی او پر ۱۳۴۳ هجری کال له دغه پوهنتون څخه د فارغېدو وروسته په کابل کې د ښونکو د روزنې په اکادمۍ کې د طبیعي علومو د متخصص سره د کونترپارت په توگه مقرر شوی دی. ماموند د ښونکو د روزنې په اکادمۍ کې (۱۳۴۴-۱۳۴۶ هجری) د یونسکو د ځانگړي درسي پروگرام سره سم د کیمیا، بیالوژي، او فزیک د مضمونونو د تدریس تر څنگ د لسم ټولگي کیمیا، یولسم ټولگي فزیک، دولسم ټولگي کیمیا اود دولسم ټولگي د بیالوژي کتابونه لیکلي دي. خیرمحمدماموند پر ۱۳۴۶ هجری کال کی د ځانگړي کانکور امتحان له لارې د کابل پولیتخنیک انستیتوت د کیمیا په دیپارتمنت کې اسستانت (نامزد پوهیالی) مقررشوی او پر ۱۳۴۸ هجری کال د کابل پوهنتون لخوا د لوړو زده کړو د بشپړولو لپاره شوروي اتحاد ته استول شوی دی. ماموند د شوروي اتحاد د خارکوف په دولتي پوهنتون کې پر۱۳۵۱ هجری کال د ماسترۍ دیپلوم اخستی او بیایې پر ۱۳۵۴ هجری کال کی د داکترۍ (PhD) د تېزس څخه دفاع کړې او د همدغه کال د میزان په میاشت کې خپل هیواد ته راستون او بیر ته د کابل پولیتخنیک انستیتوت د کیمیا په دیپارتمنت کې استاد مقررشوی دی. پوهاند دوکتور خیرمحمدماموند د ۱۳۶۴-۱۳۷۱ هجری کلونو په موده کې د کابل پولیتخنیک د عمومي کیمیا د دیپاتمنت په سپارښتنه د عمومي او غیرعضوي کیمیا او فزیکي کیمیا په مضمونونو کې نهه (۹) درسي کتابونه لیکلي دي اوهم یې د فزیکي کیمیا اوعمومي کیمیا مضمون تدریس کړی او په دې برخه کې یې د کابل پولیتخنیک او کابل پوهنتون د کیمیا په دیپارتمنتونو کې د فزیکي کیما په برخه کې د علمي څېړنو لارښونه کړی ده چې د دې علمي څېړنو نتایج د کابل پولیتخنیک او کابل پوهنتون په علمي مجلو کې چاپ شوي دي. پوهاند دوکتورخیرمحمدماموند پر ۱۳۶۴ هجری کال کی د پوهاندۍ علمي رتبې ته او پر ۱۳۷۰ هجری کال کی د ماموریت فوق رتبې ته ترفیع کړیده. خیرمحمدماموند پر ۱۳۵۷ هجری کال کی د کابل پولیتخنیک پوهنتون رئیس مقرر شوی او پر ۱۳۵۸ هجری کال د جدي د میاشتې پر شپږمه نېټه پر افغانستان باندې د شوروي د یرغل سره په

هیواد کې د رامنځته شویو شرایطو سره د تضاد په وجه یې د دغه پوهنتون د ریاست له مقام څخه په خپله خوښه استعفیٰ کړې ده. د شوروي اتحاد د علومو د اکادمۍ او د دغه هیواد د پوهنتونو په علمي مجلو کې د چاپ شویو علمي مقالو په ګډون د پوهاند دوکتور خیرمحمدماموند ۳۸ عنوانه علمي اثار چاپ شوي دي چې له دغې ډلې څخه د ۱۸ عنوانه درسي کتابونو لست لاندې ورکړل شوی دی.

د پوهاند دوکتور خیرمحمدماموند چاپ شوي کتابونه

۱- فزیکي کیمیا (III): کیمیاوي کنتک، 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 الکترو کیمیا. هالینډ،اتریخت (۲۰۱۰ م کال).

۴ - د کیمیا قاموس. هالینډ، اتریخت (۲۰۰۷ م کال).

۵- فزیکي کیمیا (I). هالینډ، اتریخت (۲۰۰۵ م کال).

٦- عمومي کیمیا. هالینډ، اتریخت (۲۰۰۲ م کال).

۷- کیمیای عمومي و غیرعضوي. پولیتخنیک کابل (؟۱۳۴ هجری کال).

۸- کیمیای فزیکي، کارهای لابراتواري. پولیتخنیک کابل (۱۳٦۲هجری کال).

۹- فزیکي کیمیا، پوښتنې او حل شوي مثالونه. پولیتخنیک کابل (۱۳٦۱ هجری کال).

۱۰ - کیمیای فزیکي، ممد درسي برای محصلان تکنالوژي کیمیا پولیتخنیک کابل (۱۳۵۹ هجری کال).

۱۱- کیمیای عمومي وغېرعضوي (کارهای لابراتواری). پولیتخنیک کابل (۱۳۴۸ هجری کال).

۱۲- کیمیای عمومي وغیر عضوی. پولیتخنیک کابل (۱۳۴۷ هجری کال).

۱۳- کیمیای عمومی و غیر عضوی I (ترجمه). مسکو (۱۳٦٦هجری کال).

۱۴- کیمیای عمومی و غیرعضوی II (ترجمه). مسکو (۱۳٦٦هجریکال).

۱۵- د دولسم ټولګي کیمیا. دښونکی د روزنې اکادمي کابل (۱۳۴۵هجری کال).

۱٦- د دولسم ټولګي بیالوژي. د ښونکی د روزنې اکادمي کابل (۱۳۴۵ هجری کال).

۱۷- د یولسم ټولګي فزیک. د ښونکی د روزنې اکادمي کابل (۱۳۴۴هجری کال).

۱۸- د لسم ټولګي کیمیا. د ښونکی د روزنې اکادمي کابل (۱۳۴۴هجری کال).

Abstract

This text book "Physical Chemistry I" is organized taking into consideration the curriculum of physical chemistry for institutions of higher education in Afghanistan. The book contains some important topics of modern science and chemical technology.

Study of gases, laws of gases and their practical applications are described in the first chapter of the book. Topic for the second chapter is chemical thermodynamics. The principle of first law of thermodynamic is used to perform thermochemical calculation (i.e. calculating the heat of a chemical reaction, determining the energy of chemical bonds etc.). Based on the principle of second law of thermodynamic we can predict the direction of a chemical reaction and calculate the thermodynamical probability. The second chapter of this book houses topic such as chemical equilibrium, the constant of chemical equilibrium (K) for different chemical reactions, the effect of pressure and temperature on the chemical equilibrium and controlling the output of the reaction by maneuvering the level of pressure and temperature. Third chapter of the book contains state diagram of single component systems and temperature and composition (T-N) diagrams for two components systems. Based on these diagrams the process of fractional distillation of liquid solutions is explained. The fourth chapter of the book explains the melting temperature and composition (Tm – N) diagrams for isomorph two components systems and non-isomorph two components systems. These diagrams are useful for getting metals from their ores and preparing different alloys. This chapter also discusses (T-N) diagrams for two partially soluble liquids, solvent extraction methods: method for separating a component from a solution by choosing a proper solvent.

I hope that most of the reads will benefit from this book.

Prof. Dr. Khair Mohammad Mamond.

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 250 different textbooks of Medicine, Engineering, Science, Economics, Journalism and Agriculture (96 medical textbooks funded by German Academic Exchange Service, 140 medical and non-medical textbooks funded by German Aid for Afghan Children, 6 textbooks funded by German-Afghan University Society, 2 textbooks funded by Consulate General of the Federal Republic of Germany, Mazar-e Sharif, 1 textbook funded by Afghanistan-Schulen, 1 textbook funded by SlovakAid, 1 textbook funded by SAFI Foundation and 3 textbooks funded by Konrad Adenauer Stiftung) from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh, Al-Beroni, Kabul, Kabul Polytechnic and Kabul Medical universities. The book you are holding in your hands is a sample of a printed textbook. It should be mentioned that all these books have been distributed among all Afghan universities and many other institutions and organizations for free. All the published textbooks can be downloaded from www.ecampus-afghanistan.org.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-2014) states:

"Funds will be made available to encourage the writing and publication of textbooks in Dari and Pashto. 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."

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.

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 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 140 medical and non-medical textbooks so far.

I am especially grateful to **GIZ** (German Society for International Cooperation) and **CIM** (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities for me from 2010 to 2016 in Afghanistan.

In our ministry, I would like to cordially thank Acting Minister of Higher Education Prof Dr Farida Momand, Academic Deputy Minister Prof Abdul Tawab Balakarzai, Administrative & Financial Director Ahmad Tariq Sediqi, Chancellor of Nangarhar University, Deans of faculties, and lecturers for their continuous cooperation and support for this project.

I am also thankful to all those lecturers who 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, Fahim Habibi and Fazel Rahim Baryal in the office for publishing books.

Dr Yahya Wardak
Advisor at the Ministry of Higher Education
Kabul, Afghanistan, May, 2017
Office: 0756014640
Email: textbooks@afghanic.de

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 and authors, 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 German Aid for Afghan Children and our colleague Dr. Yahya Wardak that 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

Acting Minister of Higher Education

Kabul, 2017

Book Name	Physical Chemistry I (Gasses & Chemical Thermodynamics)
Author	Prof Dr Khair Mohammad Mamond
Publisher	Nangarhar University, Science Faculty
Website	www.nu.edu.af
Published	2017, Second Edition
Copies	1000
Serial No	240
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.

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.de

All rights reserved with the author.

Printed in Afghanistan 2017

Sahar Printing Press

ISBN 978-9936-620-41-4