

**УЛСЫН ХИМИЙН XXXII ОЛИМПИАДЫН АЙМАГ,
ДҮҮРГИЙН ТҮВШНИЙ БОДЛОГЫН ТЭМЦЭЭН
“БАГШ”**

Шифр.....

Хугацаа 150 минут

	1-р бодлого	2-р бодлого	3-р бодлого	4-р бодлого	Нийлбэр	Шалгагчийн гарын үсэг
Авах оноо	4 оноо	15.5 оноо	7 оноо	16 оноо	42.5 оноо	
Авах хувь	(15%)	(20%)	(30%)	(35%)	100%	
Авсан оноо						
Авсан хувь						

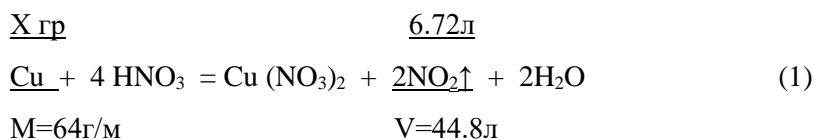
1 -р бодлого

(4 оноо)

Зэс, төмөр ба алтны холимгийг концентрацитай азотын хүчилд уусгахад 6.72л хий үүсч, 8.55г нь уусахгүй үлджээ. Мөн тийм хэмжээний тэр холимгийг давсны хүчилд уусгахад 3.36л хий үүсжээ. Анхны холимгийн найрлагыг процентоор илэрхийл.

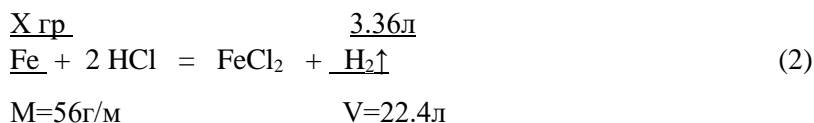
Бодолт:

1. Концентрацитай азотын хүчлээр үйлчлэхэд зэс, төмөр, алт гурвын зэс нь зөвхөн уусч хий ялгаруулна. Урвалыг доор үзүүлэв.



Эндээс тооцоо хийхэд 9.6 г зэс анхны холимогт байжээ. (1 оноо)

2. Давсны хүчилээр үйлчлэхэд зэс, төмөр, алт гурвын төмөр нь зөвхөн уусч хий ялгаруулна. Урвалыг доор үзүүлэв.



Эндээс тооцоо хийхэд 8.4 г төмөр анхны холимогт байжээ. (1 оноо)

3. (1) урвалаас уусаагүй үлдсэн бодисоос төмрийн хэмжээг хасч тооцоо хийвэл:
8.55 гр – 8.4 гр = 0.15 гр алт анхны холимогт байжээ. (1 оноо)

4. Дээрхи тооцооноос тодорхой болсон зэс, төмөр, алт гурвын массын нийлбэрийг олж, металл тус бүрийн массын хувийг олбол:

$$M(\text{Cu,Fe,Au}) = 9.6 \text{ гр} + 8.4 \text{ гр} + 0.15 \text{ гр} = 18.15 \text{ гр холимог анх байжээ.}$$

$$W_{(\text{Cu})} = 52.9\%, W_{(\text{Fe})} = 46.3\%, W_{(\text{Au})} = 0.8\% \text{ тус тус агуулагдаж байжээ. (1 оноо)}$$

2 -р бодлого

(15.5 оноо)

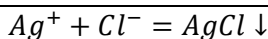
Бетоны үйлдвэрлэл, анагаах ухаан болон газар тариаланд өргөн хэрэглэгддэг магнийн хлоридын талст гидратыг бишофит эрдсээс гарган авдаг. Байгаль дээр энэхүү эрдсийн найрлагад голчлон $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ болон бусад янз бүрийн хольц агуулдаг.

Нэгэн залуу судлаачийн ажиллаж байсан хүрээлэнд энэхүү эрдсийн дээжийг авчирсан байна. Судлаач өмнө магнийн хлоридын талст гидратаас А бодисыг гаргаж авч болох тухай видео бичлэг үзэж байсан учир бичлэг үнэн эсэхийг туршилтаар нотлохоор шийджээ.

Тэрээр бишофит эрдсийг дахин талстжуулах замаар хольцоос нь салгаж магнийн хлоридын гексагидратыг гарган авчээ. Гарган авсан талст гидратаас бага хэмжээг таслан авч татах шүүгээнд 300°C-т болгоомжтой

халаажээ (урвал 1). Гаргасан урьдчилан таамаглаж байсан А бодисоос 0.291 г авч 0.1М-ийн 50 мл давсны хүчлийн уусмалд уусгаж (урвал 2), нэрмэл усаар 100 мл болтол дүүргэсэн (уусмал 1). 50 мл уусмал 1-д илүүдлээр мөнгөний нитратын уусмал (урвал 3) -г нэмэхэд 0.632 г цагаан тунадас буусан.

Даалгавар 1. А бодис дахь хлорын массын хувийг олно уу.



Уусмал 1 дэх хлорид ионы тоо хэмжээ:

$$n(Cl^-) = n(AgCl) = \frac{0.632}{143.5} = 4.4 \times 10^{-3} \text{ моль} \quad (1 \text{ оноо})$$

Уусмал 2 дахь хлорид ионы хэмжээ:

$$n_o(Cl^-) = 2 \times 4.4 \times 10^{-3} = 8.8 \times 10^{-3} \text{ моль} \quad (1 \text{ оноо})$$

$$n_o(Cl^-) = n(\text{А нэгдэл дэх } Cl^-) + n(HCl \text{ уусмал дахь } Cl^-)$$

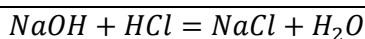
$$n(\text{А нэгдэл дэх } Cl^-) = n_o(Cl^-) - n(HCl \text{ уусмал дахь } Cl^-) = 8.8 \times 10^{-3} \text{ моль} - 0.1 \times 0.05 = 3.8 \times 10^{-3} \text{ моль} \quad (1 \text{ оноо})$$

$$w(Cl) = \frac{m(\text{А нэгдэл дэх } Cl)}{m(A)} = \frac{3.8 \times 10^{-3} \times 35.5}{0.291} = 46.4\% \quad (1 \text{ оноо})$$

Нийт: 4 оноо

Үлдсэн уусмал 1-ийн 50 мл-ийг саармагжуулахын тулд 12 мл 0.05 М-ийн натрийн гидроксидын уусмал зарцуулагдсан (урвал 4, магнийн ион энэ үед уусмалд үлддэг). Бүх туршилтыг гүйцэтгэж, үр дүнг тэмдэглэж авсны А бодисын томьёог гаргаж ирсэн нь бичлэгт дурьдсантай яг таарч байв.

Даалгавар 2. А бодисын томьёог тооцоололд үндэслэн тогтооно уу. Урвал 1- 4 ын урвалын тэгшитгэлийг бичнэ үү.



50 мл уусмал 1 дэх давсны хүчлийн хэмжээ:

$$n_{1/2}(HCl) = n(NaOH) = 12 \times 10^{-3} \times 0.05 = 6 \times 10^{-4} \text{ моль}$$

100 мл Уусмал 1-д агуулахдаг давсны хүчлийн хэмжээ:

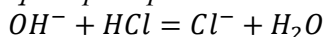
$$n(HCl) = 2 \times 6 \times 10^{-4} = 1.2 \times 10^{-3} \text{ моль}$$

$$n_o(HCl) = 0.05 \times 0.1 = 5 \times 10^{-3} \text{ моль}$$

$$\Delta n = n_o - n = 5 \times 10^{-3} - 1.2 \times 10^{-3} = 3.8 \times 10^{-3} \text{ моль} \quad (1 \text{ оноо})$$

Уусмал дахь давсны хүчлийн анхны хэмжээ А бодисыг уусгасны дараах давсны хүчлийн хэмжээтэй тэнцүү биш. Тиймээс А нэгдэл нь давсны хүчилтэй урвалд орсон гэсэн үг. А бодисыг магнийн хлоридын талст гидратыг халааж гаргаж авсан тул А бодист гидроксиль бүлэг агуулагдаж байгаа гэж үзэж болно. **(1 оноо)**

Энэхүү гидроксиль бүлэг нь давсны хүчлээр саармагжсан:



А бодис дахь гипроксидийн анионы хэмжээ:

$$n(OH^-) = \Delta n = 3.8 \times 10^{-3} \text{ моль}$$

А бодис дахь гидроксидийн хэмжээ хлоридын хэмжээтэй тэнцүү байгаа гэдэг нь А бодисын найрлагад хлоридтой адил тооны индекстэй байна гэсэн үг. Тиймээс А бодис нь нэг атом хлор, нэг атом гидроксиль бүлэг агуулдаг гэж үзвэл:

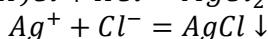
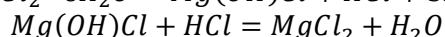
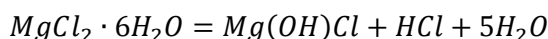
$$w(A) = \frac{M(Cl)}{w(Cl)} = \frac{35.5}{0.464} = 76.5 \text{ г/моль}$$

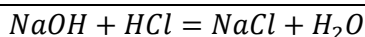
$$M_{\text{үлд}} = 76.5 - 35.5 = 24 \text{ г/моль}$$

Үлдсэн нэгдлийн молекул масс 24 байгаа нь магнийг илтгэж байна. Тиймээс А бодис нь $Mg(OH)Cl$ гэсэн томьёотой байна.

Хэрэв тооцоололд үндэслэн А нэгдлийн томьёог зөв олсон бол 6 оноо, тооцоолол дутуу ч томьёог зөв олсон бол 4 оноо өгнө.

Урвалын тэгшитгэлүүд, тус бүр 0.5 оноо:





Хэрэв тооцооллын үеэр урвалын тэгшитгэлийг бичсэн бол оноог давхардуулж өгөхгүй.

Нийт оноо: 10

Даалгавар 3. Уусмалын pH тооцоолох, тус бүр 0.5 оноо

0.1 M HCl-ийн pH:

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg 0.1 = 1$$

Уусмал 1 -ийн pH:

$$[H^+] = c(HCl) = \frac{1.2 \times 10^{-3}}{0.1} = 0.012M \quad pH=1.92$$

Саармагжуулсны дараах уусмал тул pH=7 байна.

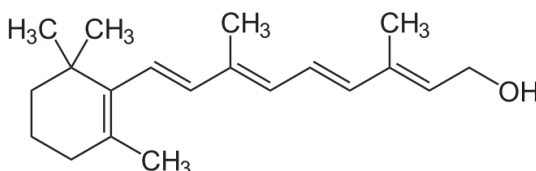
Нийт 1.5 оноо.

2 -р бодлого

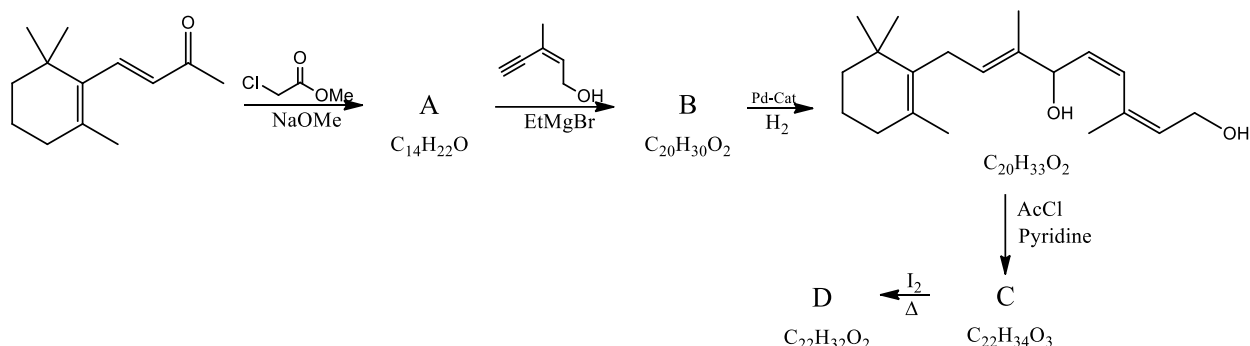
(6 оноо)

Ретинол буюу Витамин А-ын нийлэгжүүлэлт

Витамин гэж нэрлэгддэг бодисууд нь хүний биед нийлэгждэггүй. Иймд витаминьг хоол хүнсээр дамжуулж тодорхой хэмжээтэйг заавал авах шаардлагатай болдог. Тосонд уусдаг А витамин нь эдгээрийн нэг бөгөөд хоол хүнсээр заавал авч байх бодисуудын нэг юм. Витамин А нь ургийн хөгжил, дархлааны систем болон харааны мэдрэлийн үйл ажиллагаанд оролцдог. Витамин А нь ретинол хэлбэрээр амьтанд, каротенойд хэлбэрээр ургамалд голдуу агуулагдана.



Ретинолын бүтцийг 1930-аад оны эхэн үед тогтоосноор синтезлэн гарган авах оролдлогуудыг эрдэмтэд хийснээр 1937 онд анхны амжилттай синтезийг явуулжээ. Ретинолын эфир нь амархан исэлддэггүй, хадгалах, тээвэрлэхэд тохиромжтой тул 1947 оноос хойш үйлдвэрт нийлэг аргаар витамин А-ын эфирийг гарган авдаг болсон байна.



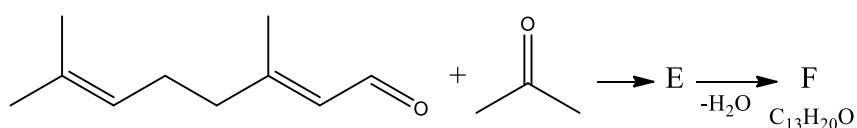
Үйлдвэрийн синтез β-иононоос эхэлдэг ба түүнийг хлорцууны хүчлийн метилийн эфиртэй урвалд оруулснаар А бодис үүсдэг. А бодисыг этилмагнийбромидын хамт (Z)-3-метилпент-2-ен-4-ин-1-олтой урвалд оруулахад В бодис үүснэ. В бодисыг паллади катализатортой устөрөгчжүүлэхэд бүтцийг нь харуулсан C₂₀H₃₃O₂ томьёотой бодис үүсдэг. Уг бодисыг пиридины хамт ацетил хлоридтой урвалд оруулахад С бодис үүсдэг. С бодисыг иодтой халаахад витамин А-ын эфир үүсдэг ба энэ нь ретинолтой адил биологийн идэвхтэй байдаг.

1. А-D бодисуудын бүтцийг зурна уу.

А бодис	В бодис

С бодис	D бодис

Витамин А-ын синтезийн эхлэл бодис болох β-ионыг эхэн үедээ ургамлын эфирийн тосноос ялган авдаг байсан боловч сүүлийн үед синтезээр гарган авдаг болсон. Энэ бодис нь витаминь синтезээс гадна үнэртний үйлдвэрлэлд ихээр хэрэглэгддэг. β-ионыг гарган авах схемийг доор харуулав.



Цитралыг ацетонтой хамт шүтлэг орчинд урвалд оруулахад **E** бүтээгдэхүүн үүсдэг ба амархан ус алдаж псевдоионон **F** үүсгэдэг. **F** бодисыг хүчлийн оролцоотой цагирагжих урвалд оруулахад изомер α, β, γ ионуудын холимог үүсдэг. Концентрацитай хүхрийн хүчлийн оролцоотой цагирагжих урвал явуулахад β-ионон илүү үүсдэг.

2. E, F бодисуудын бүтцийг зурна уу.

E бодис	F бодис

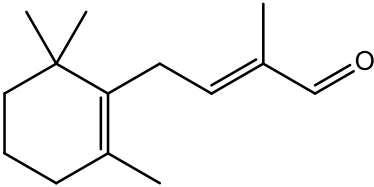
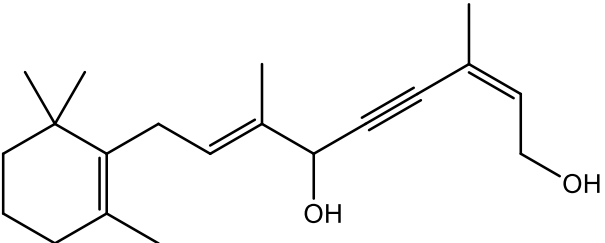
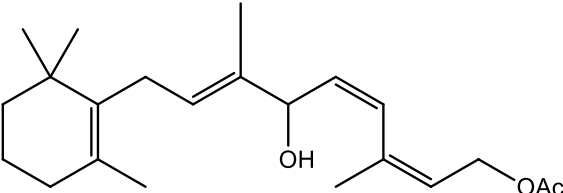
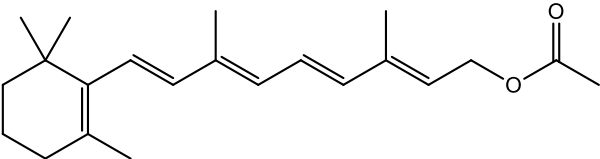
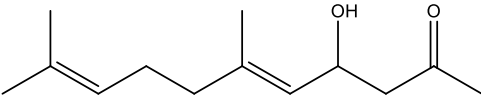
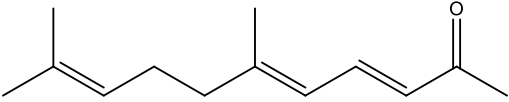
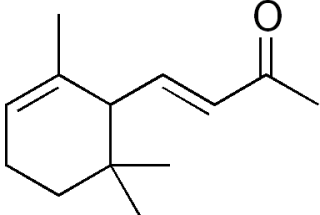
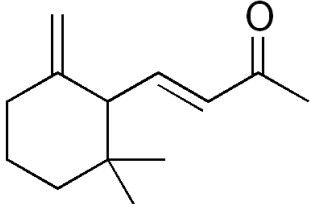
3. α, γ ионуудын бүтцийг зурна уу.

α, γ ионууд

Бодолт:

Бодисын бүтцийг буруу зурсан ч дараагийн бодисыг үүсгэхдээ урвалыг зөв явуулсан бол оноо өгнө.

A бодис	B бодис
---------	---------

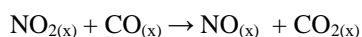
	
1 оноо	1 оноо
С бодис	D бодис
	
1 оноо	1 оноо
Е бодис	F бодис
	
0.5 оноо	0.5 оноо
α, γ ионууд	
	
Нийт 1 оноо, бодис тус бүр 0.5оноо	

4 -р бодлого

(16 оноо)

Бодит хий

Нүүрстөрөгчийн оксид (CO) нь нүүрстөрөгч агуулсан мод, нүүрс, бензин, байгалийн хий, тос гэх мэт түлшнүүдийн дутуу шаталтаар үүсдэг цусны улаасн эсийн гемоглобинтой хүчтэй холбоо үүсгэж хүчилтөрөгчийн дутагдалд оруулж хордуулах үйлчилгээтэй хий юм. Тэгвэл азотын оксидын хувьд машин, дулааны цахилгаан станц, үйлдвэрлэлийн процессуудаас үүсч агаарын бохирдолыг үүсгэж хүний амьсгалын замыг өвчлүүлж астам үүсгэдэг хий юм. Эдгээр хийнүүдийн хооронд дараах урвал явагддаг.



Судлаачид дээрх урвалыг дараах шатуудаар явагддаг болохыг тогтоожээ:

- $\text{NO}_{2(x)} + \text{CO}_{(x)} \rightleftharpoons \text{NO}_2\text{CO}_{(x)}$ k_1, k_{-1} хурдан
- $\text{NO}_2\text{CO}_{(x)} \rightarrow \text{NO}_{(x)} + \text{CO}_{2(x)}$ k_2 удаан

Бодит хийн хувьд парциал даралтын оронд фугасити (f) гэдэг ойлголтыг хэрэглэдэг. Бодит хийн тохиолдолд фугасити нь уусмал дахь ионы идэвхтэй жишиж болохуйц хэмжигдэхүүн юм. Энэ тохиолдолд хийн төлөвийн тэгшитгэлээр Пенг-Робинсон тэгшитгэлийг өргөн хэрэглэдэг.

$$p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V(V+b)+b(V-b)}$$

P-даралт, T-температур, V-молийн эзэлхүүн, R-хийн нийтлэг тогтмол, а ба b - хий бүрт харгалзах параметрууд

	$\text{NO}_{2(x)}$	$\text{CO}_{(x)}$	$\text{NO}_2\text{CO}_{(x)}$
a, л ² бар моль ⁻²	5.46	3.59	8.25
b, л моль ⁻¹	0.051	0.0427	0.088

Харин фугаситийн коэффициентыг дараах илэрхийлэлээр тооцоолдог:

$$\ln\left(\frac{f}{p}\right) = Z - 1 - \ln(Z - B) - \frac{A}{2\sqrt{2}} B \ln\left(\frac{Z+(1+\sqrt{2})B}{Z+(1-\sqrt{2})B}\right)$$

$$Z = \frac{V_{\text{Пенг-Робинсон}}}{V_{\text{Идеал}}} \text{—шахалтын фактор, } A = \frac{a p}{R^2 T^2}, B = \frac{b p}{RT} \text{—параметрууд}$$

Эхний шатны хувьд 10 бар даралт, 300 К температурт эх бодисуудыг тэнцүү хэмжээтэй холиход хувирлын зэрэг 0.001 болж тэнцвэр тогтсон байна.

Даалгавар 1. Хий тус бүрийн парциал даралтыг хувирлын зэргээр илэрхийлнэ үү. (1 оноо)

	$\text{NO}_{2(x)}$	$\text{CO}_{(x)}$	$\text{NO}_2\text{CO}_{(x)}$
Тоо хэмжээ, моль	$(1-\alpha)n$	$(1-\alpha)n$	αn
Молийн доль	$\frac{(1-\alpha)}{(2-\alpha)}$	$\frac{(1-\alpha)}{(2-\alpha)}$	$\frac{\alpha}{(2-\alpha)}$
Парциал дарал, бар	$\frac{(1-\alpha)}{(2-\alpha)}p$	$\frac{(1-\alpha)}{(2-\alpha)}p$	$\frac{\alpha}{(2-\alpha)}p$

Шууд тоо утгаар олсон бол 0.5 оноо хасна

Шууд парциал даралтын илэрхийлэл бичсэн бол бүтэн оноо өгнө.

Даалгавар 2. Хийг идеал төрхтэй гэж үзээд тэнцвэрийн тогтмолыг олно уу. (1.5 оноо)

$$K = \frac{\frac{p_{\text{NO}_2\text{CO}}}{p^0}}{\frac{p_{\text{NO}_2}}{p^0} \cdot \frac{p_{\text{CO}}}{p^0}} = \frac{\frac{\alpha}{(2-\alpha)}p/p^0}{\frac{(1-\alpha)}{(2-\alpha)}p/p^0 \cdot \frac{(1-\alpha)}{(2-\alpha)}p/p^0} = \frac{2\alpha - \alpha^2}{(1-\alpha)p/p^0} = 2 \cdot 10^{-4}$$

Илэрхийлэл зөв бичсэн бол 1 оноо, тоон утга зөв бол 0.5 оноо өгнө.

Даалгавар 3. Хийг идеал төрхтэй гэж үзээд молийн эзэлхүүнийг тооцоолно уу. (0.5 оноо)

$$V_{\text{Идеал}} = \frac{RT}{p} = \frac{0.0831 \text{ л бар моль}^{-1} \text{ К}^{-1} \cdot 300 \text{ К}}{10 \text{ бар}} = 2.493 \text{ л моль}^{-1}$$

Идеал хий тул бүх хийд ижил утга гарна.

Даалгавар 4. Хий тус бүрийн молийн эзэлхүүнийг Пенг-Робинсон тэгшитгэлээр бодно уу. Тоон үр дүнг 0.1 л моль⁻¹ - ийн нарийвчлалаар хязгаарлаарай. (5 оноо)

$$p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V(V+b)+b(V-b)}$$

Пенг-Робинсон тэгшитгэлээс молийн эзэлхүүнийг олохын тулд бага зэрэг хувиргавал:

$$f(V) = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V(V+b)+b(V-b)} - p$$

Ерөнхий тэгшитгэлээ гаргасан бол 1 оноо

Эндээс функцийн язгуур олох буюу гаргасан функцийн утгыг тэг байлгаж чадах эзэлхүүнийг олно. Үүнийг тулд янз бүрийн тоон аргууд санал болгож болно. Хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг таллан хуваах аргаас эхлээд Ньютон-Рафсон зэрэг аргууд байж болно.

Ямар нэгэн тоон арга санал болгосон бол 1 оноо

NO_2 хийн хувьд:

$$f(V) = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V(V+b)+b(V-b)} - p$$

$$V_{\text{Пенг-Робинсон}} = 2.32 \text{ л моль}^{-1}$$

CO хийн хувьд:

$$f(V) = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V(V+b)+b(V-b)} - p$$

$$V_{\text{Пенг-Робинсон}} = 2.39 \text{ л моль}^{-1}$$

NO_2CO хийн хувьд:

$$f(V) = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V(V+b)+b(V-b)} - p$$

$$V_{\text{Пенг-Робинсон}} = 2.25 \text{ л моль}^{-1}$$

Хий тус бүрийн хувьд 1 оноо

Тоон утга 30% алдаатай хэдий ч өсөөд буурч байгаа зүй тогтол хадгалагдаж байвал үнэлгээг бүтнээр буюу 5 оноо өгнө.

Даалгавар 5. Хий тус бүрийн фугаситийг тооцоолно уу. Тоон үр дүнг 0.01 -ийн нарийвчлалаар хязгаарлаарай. (3 оноо)

$$\ln\left(\frac{f}{p}\right) = Z - 1 - \ln(Z - B) - \frac{A}{2\sqrt{2}} B \ln\left(\frac{Z+(1+\sqrt{2})B}{Z+(1-\sqrt{2})B}\right)$$

Хий тус бүрийн хувьд нэгжгүй хэмжигдэхүүн Z, A, B параметруудийг олно.

NO₂ хийн хувьд:

$$Z = 0.92, A = 0.088, B = 0.020, p_{NO_2} = 5$$

CO хийн хувьд:

$$Z = 1.00, A = 0.058, B = 0.017, p_{CO} = 5$$

NO₂CO хийн хувьд:

$$Z = 0.88, A = 0.133, B = 0.035, p_{NO_2CO} = 0.005$$

Тэгшитгэлийг бага зэрэг хувиргавал:

$$f = p \cdot \exp\left(Z - 1 - \ln(Z - B) - \frac{A}{2\sqrt{2}} B \ln\left(\frac{Z+(1+\sqrt{2})B}{Z+(1-\sqrt{2})B}\right)\right)$$

$$f_{NO_2} = 5 \cdot 0.93 = 4.65$$

$$f_{CO} = 5 \cdot 0.96 = 4.80$$

$$f_{NO_2CO} = 0.005 \cdot 0.91 = 0.0048$$

Хий тус бүрийн хувьд 1 оноо,

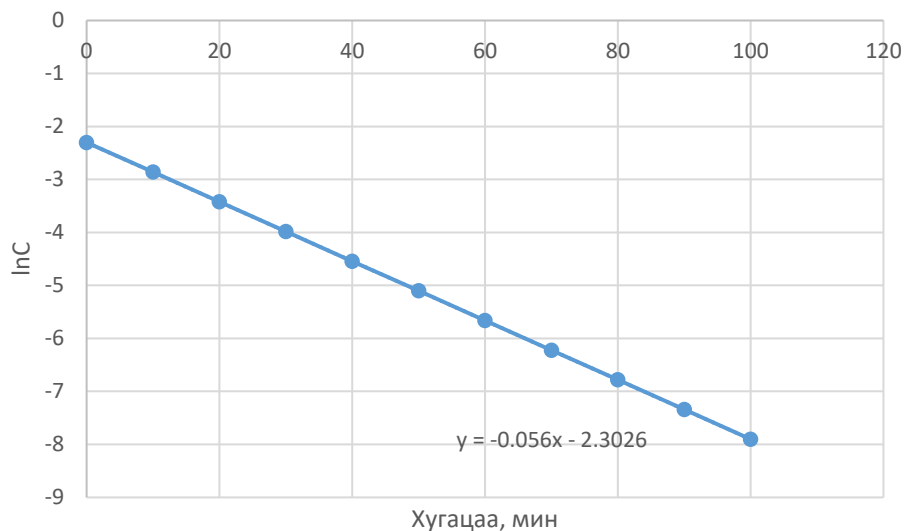
Даалгавар 5. Бодит хийн тохиолдолд тэнцвэрийн тогтмолыг олно уу. (1 оноо)

$$K = \frac{f_{NO_2CO}}{f_{NO_2} \cdot f_{CO}} = 2.15 \cdot 10^{-4}$$

NO₂CO хийн хувьд хемилюминесценцийг бүртгэгчийн өгөгдөл дээр үндэслэн концентраци хугацааны хамааралыг гаргаж хүснэгтэд өгчээ.

t, мин	0	10	20	30	40	50
C(NO ₂ CO), моль л ⁻¹	0.1	0.0571209	0.032628	0.018637	0.010646	0.006081
t, мин	60	70	80	90	100	
C(NO ₂ CO), моль л ⁻¹	0.003474	0.001984	0.001133	0.000647	0.00037	

Даалгавар 6. NO₂CO хийн задрах урвалын хурдны тогтмолыг олно уу. (2 оноо)



Эндээс хурдны тогтмолыг шулууны налалтаас олбол: $k_2 = 0.056 \text{ мин}^{-1}$

График аргаас гадна аналитик тэгшитгэлд орлуулж болно. Энэ тохиолдолд 30% хүртэл хувийн алдаанд бүтэн оноог өгнө.

Даалгавар 7. Ойролцооллын арга хэрэглэж $k_{-1} \gg k_2$ үед $\text{NO}_{(x)}$ үүсэх хурдыг эх бодисуудаар илэрхийлэх дифференциал тэгшитгэлийн гаргалгааг хийнэ үү. Эффектив хурдны тогтмолыг тооцож олно уу.
(2 оноо)

А хувилбар. Тэнцвэрийн ойролцоолол хэрэглэвэл:

$$K = \frac{\frac{[\text{NO}_2\text{CO}]}{c^0}}{\frac{[\text{NO}_2][\text{CO}]}{c^0 c^0}} = \frac{[\text{NO}_2\text{CO}]c^0}{[\text{NO}_2][\text{CO}]} \quad [\text{NO}_2\text{CO}] = \frac{K}{c^0} [\text{NO}_2][\text{CO}] \text{ эсвэл } [\text{NO}_2\text{CO}] = \frac{k_1}{k_{-1}c^0} [\text{NO}_2][\text{CO}]$$

$$\frac{d[\text{NO}]}{dt} = k_2 [\text{NO}_2\text{CO}] = k_2 \frac{K}{c^0} [\text{NO}_2][\text{CO}] \text{ эсвэл } k_2 \frac{k_1}{k_{-1}c^0} [\text{NO}_2][\text{CO}]$$

Эффектив хурдны тогтмол:

$$k_{\text{эфф}} = k_2 \frac{K}{c^0}$$

Тэгвэл дифференциал тэгшитгэл:

$$\frac{d[\text{NO}]}{dt} = k_{\text{эфф}} [\text{NO}_2][\text{CO}]$$

Б хувилбар. Тогтвортой төлөвийн ойролцоолол хэрэглэвэл:

$$\frac{d[\text{NO}]}{dt} = k_2 [\text{NO}_2\text{CO}]$$

$$\frac{d[\text{NO}_2\text{CO}]}{dt} = k_1 [\text{NO}_2][\text{CO}] - k_{-1} [\text{NO}_2\text{CO}] - k_2 [\text{NO}_2\text{CO}] \approx 0$$

$$[\text{NO}_2\text{CO}] \approx \frac{k_1 [\text{NO}_2][\text{CO}]}{k_{-1} + k_2}$$

$$\frac{d[\text{NO}]}{dt} = k_2 [\text{NO}_2\text{CO}] \approx k_2 \frac{k_1 [\text{NO}_2][\text{CO}]}{k_{-1} + k_2}$$

Эффектив хурдны тогтмол:

$$k_{\text{эфф}} = k_2 \frac{k_1}{k_{-1} + k_2}$$

$k_{-1} \gg k_2$ үед дифференциал тэгшитгэл:

$$k_{\text{эфф}} = k_2 \frac{k_1}{k_{-1}}$$

Тэгвэл дифференциал тэгшитгэл:

$$\frac{d[\text{NO}]}{dt} = k_{\text{эфф}}[\text{NO}_2][\text{CO}]$$

$$k_{\text{эфф}} = k_2 \frac{K}{c^0} = 0.056 \text{ мин}^{-1} \frac{2.15 \cdot 10^{-4}}{1 \text{ моль л}^{-1}} = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ л моль}^{-1} \text{ мин}^{-1}$$

А болон Б хувилбар хоёуланд бүтэн оноо өгнө. Эффектив хурдны тогтмолыг олоогүй бол 0.5 оноо хасна.

АМЖИЛТ ХҮСЬЕ!