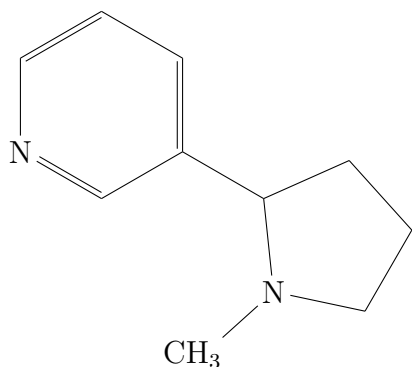


Тапсырма 1. Никотиннің негізділігі (*Имаш Инсар*)

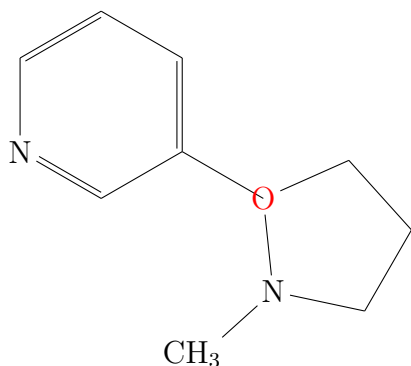
Никотин - адам ағзасына тәуелділік келтіретін зат. Ол көбінесе темекі өнімдері мен электронды темекіде қолданылады. NChB командасы барлық қатысушыларды берілген затты ешқашан өз бетімен сынап көрмеуге шақырады.

Никотин құрылымы:

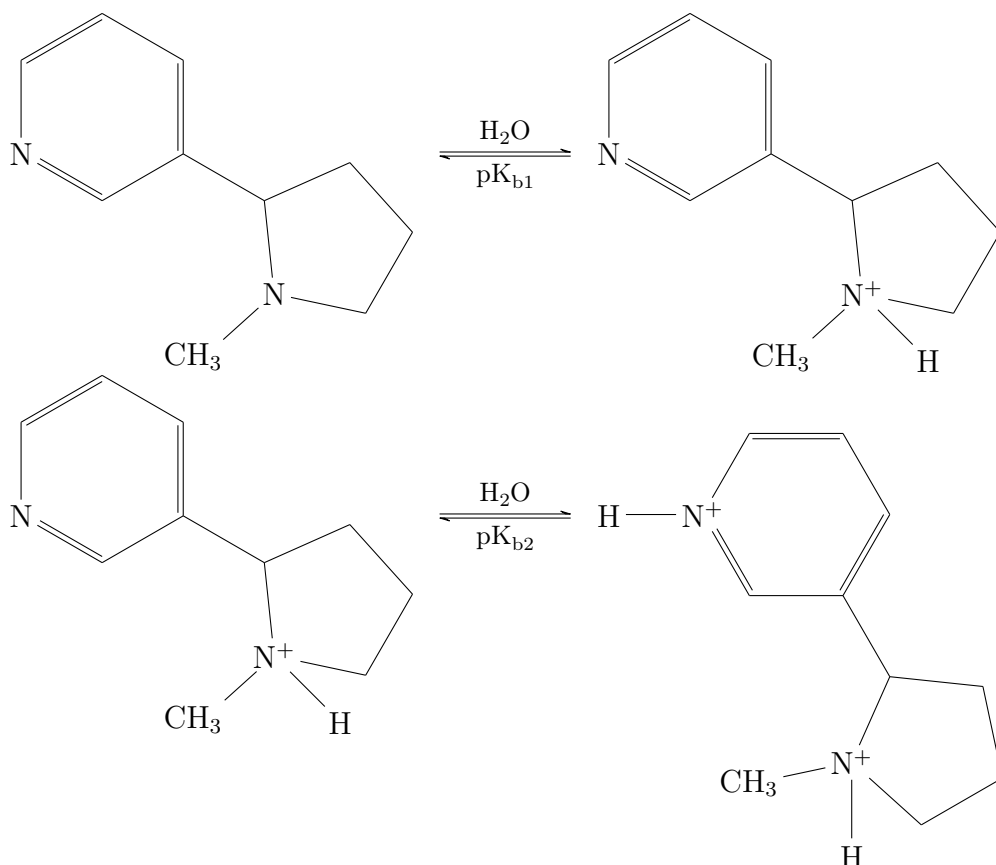


Зерттеулер өткізгенде, никотиннің S изомері, R изомеріне қарағанда биологиялық белсенді болады.

- (1) Никотин молекуласындағы хиральды орталық болып табылатын атомды көрсетіңіз.
(1 балл)



Никотинді сумен протондауға болатын 2 азот атомы бар.



- (2) Никотин мөлшері 0.1 М болатын вейп сұйықтығындағы рН-ны есептеңіз. (Вейп сұйықтығы ол никотиннің сулы ерітіндісі, $pK_{b1}=5.9$, $pK_{b2}=10.59$, протондаудың екінші сатысын ескермеуге болады) (3 балл)

$$10^{-pK_{b1}} = \frac{[HA^+][OH^-]}{[A]}$$

$$10^{-pK_{b1}} = \frac{[OH^-]^2}{0.1 - [OH^-]}$$

$$10^{-5.9} = \frac{[OH^-]^2}{0.1 - [OH^-]}$$

$$[OH^-] \approx 3.54 \cdot 10^{-4} \Rightarrow pOH = -\log_{10}[OH^-] \approx 3.45 \Rightarrow pH = 10.55$$

- (3) Қанның рН мәні 7.4, адам қанында никотиннің қай түрі басым болады? (1 балл)

$pK_{b1} = 5.9$ және $pK_{b2} = 10.59$ осы мәндердің никотиннің басым түрі бірдей болады, яғни HA^+

Ескерту: $\alpha(HA^+)$ мәндерін есептеу, рН-ға қарсы графикті салу немесе аналитикалық мағына беретін басқа әдістер арқылы дәлелдеуді қабылдаңыз.

Тасырма 2. Аналитикадағы логика (Жақсылық Шәкір)

Қышқыл формаларының моль үлесін, материалдық тепе-теңдік теңдеуі мен қышқылдардың диссоциациялану константаларының өрнегінен алынуы мүмкін. Мысалы, диссоциация константасы k болатын бір негізді қышқыл үшін өрнектер 1 моль үлесі А болады:

$$a_{A^-} = \frac{K_1}{K_1 + [H^+]}$$

$$a_{HA} = \frac{K_1}{K_1 + [H^+]}$$

Диссоциация константалары бар екі негізді қышқылдар жағдайында, K_1 және K_2 сәйкесінше бірінші және екінші сатылар үшін қышқылдың үш түрлі формасының моль лобтары үшін теңдеулер болады:

$$a_{A^{2-}} = \frac{K_1 K_2}{K_1 K_2 + K_1 [H^+] + [H^+]^2}$$

$$a_{HA^-} = \frac{K_1 [H^+]}{K_1 K_2 + K_1 [H^+] + [H^+]^2}$$

$$a_{H_2A} = \frac{[H^+]^2}{K_1 K_2 + K_1 [H^+] + [H^+]^2}$$

1. Барлық формалардың моль фракциялары үшін өрнектер жазыңыз H_3PO_4 (3 балл)
Жоғарыда келтірілген мысалдарға сүйене отырып, бұл жерде тренд бар екені анық және H_3PO_4 -тің 4 формасының мольдік бөліктерінің өрнегі осындай болады:

$$\alpha_{H_3PO_4} = \frac{[H^+]^3}{K_1 K_2 K_3 + K_1 K_2 [H^+] + K_1 [H^+]^2 + [H^+]^3}$$

$$\alpha_{H_2PO_4^-} = \frac{K_1 [H^+]^2}{K_1 K_2 K_3 + K_1 K_2 [H^+] + K_1 [H^+]^2 + [H^+]^3}$$

$$\alpha_{HPO_4^{2-}} = \frac{K_1 K_2 [H^+]}{K_1 K_2 K_3 + K_1 K_2 [H^+] + K_1 [H^+]^2 + [H^+]^3}$$

$$\alpha_{PO_4^{3-}} = \frac{K_1 K_2 K_3}{K_1 K_2 K_3 + K_1 K_2 [H^+] + K_1 [H^+]^2 + [H^+]^3}$$

Әрбір нысан үшін 0.75 балл

2. $pH = 9$ кезінде H_3PO_4 барлық формаларының моль үлестерінің мәндерін есептеңіз. Диссоциация тұрақтыларының H_3PO_4 мәндері төменде келтірілген: $pK_1=2.1$; $pK_2=7.2$; $pK_3=12.0$ (2 балл)

Сандарды формулаға ауыстырып, келесі мәндерді алу керек:

$$\alpha_{H_3PO_4} = 1,962 \cdot 10^{-9}$$

$$\alpha_{H_2PO_4^-} = 0,0156$$

$$\alpha_{HPO_4^{2-}} = 0,983$$

$$\alpha_{PO_4^{3-}} = 9,834 \cdot 10^{-4}$$

Әрбір форма үшін 0.5 балл

Тапсырма 3. Алхимия (Имаш Инсар)

Химия тарихы алхимиядан басталады. Алхимиямен айналысатын Genshin Impact ойынында басқа, бұл жалған ғылым Қытайда, Үндістанда және Египетте танымал болды.

Көбінесе алхимиктер қорғасын түріне қарай алтын сияқты асыл металдардан алғысы келді.

Осы затты шығардық деп болжап көрейік. β^+ ыдырау нәтижесінде, біз $^{197}_{79}Au$ тұрақты изотобың алдық.

- (1) Біз алтынды қай элементтен алдық? Радиоактивті ыдырау реакциясын жазыңыз.
(1 балл)

Алтынды сынаптан алдық(Hg) (0.5 балл)

Ыдырау реакциясы: ${}^{197}_{80}\text{Hg} \rightarrow {}^{197}_{79}\text{Au} + {}^0_{+1}\beta$ (0.5 балл)

Бұл ыдырауды ашқан алхимик қатты қуанды, өйткені қазір алтын табуға болады! Бірақ, өкінішке орай, 1-тармақтан изотоптың жартылай шығарылу кезеңі 2 жылға тең.

- (2) 1 тармақшадан реакция арқылы алған алтынның массасын есептеңіз. Біздің алхимик 2 килограмм бастапқы заттан бір апта бойы алтын қайнатты..
(3 балл)

Егер жартысы $t_{1/2}$ -де ыдырайтын болса, онда ол t -да ыдырайды $1 - (1/2)^{t/t_{1/2}}$ бөлігі (кез келген шешім математикалық мағынасы бар және идеологиялық тұрғыдан дұрыс болса рұқсат етіледі)

Бір жылдағы секундтар саны $2 * 365 * 24 * 60 * 60 = 63072000$ секунд (0.5 балл)

Бір аптадағы секундтар саны $7 * 24 * 60 * 60 = 604800$ секунд (0.5 балл)

Сынап затының мөлшері $n(\text{Hg}) = 2 * 1000 / 197 \approx 10.1523$ моль (0.5 балл)

Бөлінген бөлік $\Delta n(\text{Hg}) = n(\text{Hg}) * (1 - (1/2)^{t/t_{1/2}}) \approx 0.067255$ моль
(0.5 балл)

Ыдыраған бөліктің салмағы $\Delta n(\text{Hg}) = \Delta n(\text{Au}) \Rightarrow m(\text{Au}) = \Delta n(\text{Au}) * M_r(\text{Au}) \approx 13.25$ грамм (1 балл)

Балл азайту периодтық жүйедегі атомдық массаларды пайдалану үшін, өйткені біздің жағдайда элементтің тек 1 арнайы изотопы бар.

Ол кезде адамдар бұл туралы ойламағанымен, алтынның әрқайсысында оң зарядында 79 протон бар.

- (3) 2-тармақтан қанша протон түзілгенін есептеңіз. Алхимиямен алынған барлық протондардың зарядтарын қосқанда қандай заряд алынады?(1 балл)

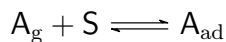
Алдыңғы тармақшадан бөлінген алтын затының мөлшері $n(\text{Au}) = 0.067255$, сонда $N(p) = 79 * N(\text{Au}) = 79 * n(\text{Au}) * N_A = 79 * 0.067255 * 6.02 * 10^{23} \approx 3.20 * 10^{24}$ (0.5 балл)

Сонымен, жалпы заряд $Q = N(p) * e = 3.2 * 10^{24} * 1.6 * 10^{-19} \approx 511$ кС (0.5 балл)

Тапсырма 4. Бастауыштарға арналған адсорбция (*Жақсылық Шәкір*)

Лангмюр адсорбция моделі адсорбцияны түсіндіреді, бұл адсорбат изотермиялық жағдайда идеалды газ сияқты әрекет етеді деп болжайды. Модельге сәйкес адсорбция және десорбция қайтымды процестер болып табылады. Бұл модель тіпті қысымның әсерін түсіндіреді, яғни бұл жағдайда адсорбаттың ішінара қысымы, p оның қатты адсорбентке адсорбцияланған V көлеміне байланысты. Адсорбент адсорбатты байланыстыруға қабілетті бірқатар жеке аймақтардан тұратын тамаша қатты бет болып табылады деп болжанады. Адсорбаттың байланысуы газ тәрізді адсорбат молекуласы A_g және бос сорбция орны S арасындағы химиялық реакция ретінде қарастырылады. Бұл реакция адсорбцияланған бөлшектер a_{ad} ,

сәйкес тепе-теңдік константасымен K_{eq} шығарады:



Лангмюр адсорбция теңдеуі осындай түрде болады:

$$\theta_A = \frac{K_{eq} p_A}{1 + K_{eq} p_A}$$

Модель адсорбция мен десорбция қарапайым процестер болып табылады, мұнда r_{ad} адсорбция жылдамдығы және r_d десорбция жылдамдығы өрнектермен анықталады:

$$\begin{aligned} r_{ad} &= k_{ad} p_A [S] \\ r_d &= k_d [A_{ad}] \end{aligned}$$

- (1) Тепе-теңдік жағдайында адсорбция жылдамдығы десорбция жылдамдығына тең. K_{eq} үшін өрнекті шығарыңыз. (2 балл)

$$\begin{aligned} r_{ad} &= r_d \\ k_{ad} p_A [S] &= k_d [A_{ad}] \\ \frac{[A_{ad}]}{p_A [S]} &= \frac{k_{ad}}{k_d} = K_{eq} \end{aligned}$$

- (2) Лангмюр адсорбция теңдеуі үшін өрнекті шығарыңыз, егер θ_A осылай анықтасақ:

$$\theta_A = \frac{[A_{ad}]}{[S_0]}.$$

(анықтама: $[S_0] = [S] + [A_{ad}]$.)
(3 балл)

$$\begin{aligned} [S_0] &= [S] + [A_{ad}] \\ [S_0] &= \frac{[A_{ad}]}{K_{eq} p_A} + [A_{ad}] = \frac{1 + K_{eq} p_A}{K_{eq} p_A} [A_{ad}] \\ \theta_A &= \frac{[A_{ad}]}{[S_0]} = \frac{K_{eq} p_A}{1 + K_{eq} p_A} \end{aligned}$$

Тапсырма 5. Ананың сырғасы (Жақсылық Шәкір)

Анасы сырғасың қалдырып кеткен кезде, жас химик Санжар онымен ойнағысы келген. Сырға құрамында тек мырыш пен күміс бар деп жазылған. Ол оны мектеп зертханасына апарып, сырғаның салмағын өлшеді ($m = 8.65$ г). Осыдан кейін Санжар 252 грамм 5 пайыздық азот қышқылы ерітінді дайындап, сырғаны лақтырды. Реакция біткен соң, сырғаның ізі де қалмады. Санжар барлық газды жинап, оның көлемі 1.12 (н.у) құрағаның санады.

- (1) Сырғалардағы металдардың әрқайсысының массалық үлесі есептеңіз, бөлінген газ екілік зат және оның молярлық массасы 30 г / моль деп есептеңіз. (3 балл)
Металдар азот қышқылымен әрекеттескенде, тек N_2 , NO , NO_2 газдары бөлінеді. Біздің жағдайда, $M(\text{газ}) = 30 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. Сондықтан азот қышқылымен екі металдың реакциясында өнім ретінде NO бөлінеді (0.5 балл):



(0.5 балл)

Жалпы NO мөлшері $n(\text{NO}) = \frac{1,12}{22,4}$ моль. Ag-ге сәйкес мольді деп, Zn-ге сәйкес мольді y деп белгілейік. Ag және Zn-дан пайда болған NO мөлшері сәйкесінше $13x$ және $23y = 0,05$. Ал бастапқы қоспаның массасы сәйкесінше $108x + 65y = 8,65$ болады. Бұл теңдеулер жүйесін құрайды:

$$\begin{cases} \frac{1}{3}x + \frac{2}{3}y = 0,05 \\ 108x + 65y = 8,65 \end{cases}$$

$$x = 0,05$$

(0.5 балл)

$$y = 0,05$$

(0.5 балл)

Бұдан кейін массалар келесідей болады $m(\text{Ag}) = 5,4\text{г}$ және $m(\text{Zn}) = 3,25\text{г}$ (әр масса үшін 0.5 балл)

(2) Алынған ерітіндідегі тұздардың массалық үлесін есептеңіз. (2 балла)

Соңғы ерітінді массасы $m(\text{ерітінді}) + m(\text{қоспа}) - m(\text{NO})$ болады. Масса $m = 252 + 8,65 - 0,0530 = 259,15\text{ г}$ болады. Қалған қышқылдың мөлшері $n(\text{HNO}_3) = 252 \cdot 0,0563 - 43 \cdot 0,05 - 83 \cdot 0,05 = 0$. Қышқыл толығымен реакцияға түсті, сондықтан ерітіндіде тек AgNO_3 және $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ бар. $m(\text{AgNO}_3) = 0,05 \cdot 170 = 8,5\text{ г}$ және $m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 0,05 \cdot 189 = 9,45\text{г}$. Масса үлестері сәйкесінше:

$$\alpha(\text{AgNO}_3) = 3,28\%$$

$$\alpha(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 3,65\%$$

(әр масса үлесі үшін 1 балл)

Тапсырма 6. Оңай бейорганика (Қоршыбек Дуас)

Екі элементтің қорытпасының үлгісі, концентрлі азот қышқылының артық мөлшерінде қыздырғанда, газдар қоспасы бөлінеді. Осы қоспыны кальций гидроксиді ерітіндісінің артық мөлшерінен өткізгенде ақ тұнба пайда болады. Бұл ақ тұнба ыдырағанда, өткір иісі бар газ бөлінеді. Қалған ерітіндіге натрий гидроксиді ерітіндісінің артық мөлшері қосылып, нтижесінде қоңыр тұнба пайда болады, ол тұтанған кезде қоңыр тұнба түзеді. Есепте айтылған барлық реакцияларды жазыңыз, сонымен қатар белгісіз элементтерді анықтаңыз. (5 балл)

Элементтердің қоспасы газдардың қоспасын береді, әдетте элементтер азот қышқылында ерігенде тек NO_2 бөлінеді, бұл бір элементтің бейметалл екенін білдіреді. Мүмкін бейметалдар: көміртек және күкірт. Газ қоспасы кальций гидроксиді арқылы өткенде ақ тұнба береді, бұл тұнба CaCO_3 немесе CaSO_3 болуы мүмкін. Тұнба ыдырағанда өткір иісті газ бөлінеді, бұл сипаттамаға CaCO_3 сәйкес келеді, ол SO_2 бөлмейді. Элемент - күкірт. Екінші элементтің нитраты натрий гидроксидімен әрекеттескенде қоңыр тұнба түзеді. Мүмкін элементтер: марганец және темір. Бірақ қыздырғанда қоңыр тұнба түзіледі. Бұл жағдайда тек бір ғана нұсқа қалады - марганец.

Реакциялар:



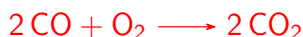
Әр реакция үшін 0.5 балл. NO_2 , S, SO_2 , Mn, CaSO_3 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{MnO}(\text{OH})_2$, MnO_2 табу үшін әрқайсысы бойынша 0.5 балл

Тапсырма 7. Газдар (Қоршыбек Диас)

Сутегі, көміртек оксиді (II) және этиленнен тұратын газ қоспасының сутегі бойынша тығыздығы 7,5. Бұл қоспаның құрамын көлем бойынша пайызбен анықтаңыз, егер бұл қоспаның бір көлемін жағу үшін 1,125 көлем (қ.ж.) оттегі қажет екені белгілі болса. (5 балл)

H_2 , CO, C_2H_4 қоспасы

Реакциялар:



$$M_{\text{орташа}} = 7.5 \cdot 2 = 15$$

$$2x + 28y + 28z = 15$$

$$x + y + z = 1$$

$$0.5x + 0.5y + 3z = 1.125$$

$$x = 0.5, \quad y = 0.25, \quad z = 0.25$$

$$\chi(\text{H}_2) = 50\%, \quad \chi(\text{CO}) = 25\%, \quad \chi(\text{C}_2\text{H}_4) = 25\%$$

Әр реакция және газдың орташа массасы үшін 0.25 балл, теңдеулер жүйесін дұрыс құрастыру үшін 2.5 балл, әр молдік үлес үшін 0.5 балл.

Тапсырма 8. Криссталогидрат (Қоршыбек Диас)

Пентагидрат X ерітілгенде көк түсті ерітінді түзіледі. Осы ерітіндіге натрий гидроксидін қосқанда көк түсті тұнба пайда болады.

- (1) X затын анықтап, аталған реакцияларды жаз. Салмағы 300 г 600° қаныққан ерітінді 200° дейін салқындатылды. Нтижесінде салмағы m г болатын пентагидрат X тұнбаға түсті. (1.5 балл)

X - бұл $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0.5 балл)

Реакциялар:



Әр реакция үшін 0.5 балл

- (2) X-тің 600° -та ерігіштігі 50г, ал 200° -та 25 г-ға тең болса, m-ді есептеңіз. (3.5 балл)

$$m(\text{CuSO}_4) = 300 \times \frac{50}{150} = 100 \text{ г}$$

$$\frac{100 - 160x}{300 - 250x} = \frac{25}{125}$$

$$50x = m, \quad x = 0.3636, \quad m = 90.91 \text{ г}$$

CuSO_4 массасы үшін 0.5 балл, дұрыс теңдеу құрастыру үшін 1 балл, дұрыс масса үшін 2 балл.

Тапсырма 9. Термодинамика (Махмутов Мансур)

1.8 литрлік су ыдысына батырылған өткізгіш арқылы электр тоғы 3А күшімен өткізіле бастады. 300 минут ішінде барлық су буланып кетті. Егер бүкіл өткізгіштің кедергісі 24 Ом, ал ток көзінің кедергісі 1 Ом болса, судың булануының молярлық энтальпиясын табыңыз.
 $Q = I^2 R t$ (5 балл)

Жалпы кедергіні табайық, ол өткізгіштің және ток көзінің кедергісінен тұрады:

$$R = 24 + 1 = 25 \Omega$$

(1 балл)

Енді Джоуль-Ленц заңына сәйкес жылу мөлшерін табамыз:

$$Q = I^2 R t = 9 \cdot 25 \cdot 18000 = 4050 kJ$$

(1 балл)

Судың мөлшерін табайық:

$$\nu(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{1800}{18} = 100 mol$$

(1 балл)

Молярлы жылуды және сәйкесінше булану энтальпиясын табайық:

$$Q = \Delta H = \frac{4050 kJ}{100 mol} = 40.5 kJ \cdot mol^{-1}$$

(2 балл)

Тапсырма 10. Бұл қандай элемент? (Диас Қоршыбек)

А элементінің табиғатта кездесетін бірнеше аллотроптық модификациялары бар. А элементінің оксиді минус 78° бір фазадан екінші фазаға ауысады. Оның үстіне соңғы фаза жиі газдалған сусындарда кездеседі.

- (1) А элементінің 3 аллотропиялық модификациясын жазыңыз. (3 балл)

Сипаттама А көміртекке сәйкес келеді. Аллотропиялық түрөзгерістер: графит, алмаз, фуллерен (басқа көрсетілген аллотропиялық түрөзгерістер де есепке алынады).
Әр аллотропиялық заттың атауы үшін 1 балл.

- (2) А элементі оксидінің сипатталған фазалық ауысуы қалай аталады? (1 балл)

Сублимация

- (3) Кока-коланы құрамына кіретін 2 затты жаз. (1 балл) Фосфор қышқылы, кофеин, натрий бензоаты.

Әр атау үшін 0.5 балл.