

1															18		
¹ H 1.008	² Be 9.01														² He 4.003		
³ Li 6.94															¹⁰ Ne 20.18		
¹¹ Na 22.99	¹² Mg 24.31	³	⁴	⁵	⁶	⁷	⁸	⁹	¹⁰	¹¹	¹²	¹³ Al 26.98	¹⁴ Si 28.09	¹⁵ P 30.97	¹⁶ S 32.06	¹⁷ Cl 35.45	¹⁸ Ar 39.95
¹⁹ K 39.10	²⁰ Ca 40.08	²¹ Sc 44.96	²² Ti 47.87	²³ V 50.94	²⁴ Cr 52.00	²⁵ Mn 54.94	²⁶ Fe 55.85	²⁷ Co 58.93	²⁸ Ni 58.69	²⁹ Cu 63.55	³⁰ Zn 65.38	³¹ Ga 69.72	³² Ge 72.63	³³ As 74.92	³⁴ Se 78.97	³⁵ Br 79.90	³⁶ Kr 83.80
³⁷ Rb 85.47	³⁸ Sr 87.62	³⁹ Y 88.91	⁴⁰ Zr 91.22	⁴¹ Nb 92.91	⁴² Mo 95.95	⁴³ Tc -	⁴⁴ Ru 101.1	⁴⁵ Rh 102.9	⁴⁶ Pd 106.4	⁴⁷ Ag 107.9	⁴⁸ Cd 112.4	⁴⁹ In 114.8	⁵⁰ Sn 118.7	⁵¹ Sb 121.8	⁵² Te 127.6	⁵³ I 126.9	⁵⁴ Xe 131.3
⁵⁵ Cs 132.9	⁵⁶ Ba 137.3	⁵⁷⁻⁷¹	⁷² Hf 178.5	⁷³ Ta 180.9	⁷⁴ W 183.8	⁷⁵ Re 186.2	⁷⁶ Os 190.2	⁷⁷ Ir 192.2	⁷⁸ Pt 195.1	⁷⁹ Au 197.0	⁸⁰ Hg 200.6	⁸¹ Tl 204.4	⁸² Pb 207.2	⁸³ Bi 209.0	⁸⁴ Po -	⁸⁵ At -	⁸⁶ Rn -
⁸⁷ Fr -	⁸⁸ Ra -	⁸⁹⁻¹⁰³	¹⁰⁴ Rf -	¹⁰⁵ Db -	¹⁰⁶ Sg -	¹⁰⁷ Bh -	¹⁰⁸ Hs -	¹⁰⁹ Mt -	¹¹⁰ Ds -	¹¹¹ Rg -	¹¹² Cn -	¹¹³ Nh -	¹¹⁴ Fl -	¹¹⁵ Mc -	¹¹⁶ Lv -	¹¹⁷ Ts -	¹¹⁸ Og -

⁵⁷ La 138.9	⁵⁸ Ce 140.1	⁵⁹ Pr 140.9	⁶⁰ Nd 144.2	⁶¹ Pm -	⁶² Sm 150.4	⁶³ Eu 152.0	⁶⁴ Gd 157.3	⁶⁵ Tb 158.9	⁶⁶ Dy 162.5	⁶⁷ Ho 164.9	⁶⁸ Er 167.3	⁶⁹ Tm 168.9	⁷⁰ Yb 173.0	⁷¹ Lu 175.0
⁸⁹ Ac -	⁹⁰ Th 232.0	⁹¹ Pa 231.0	⁹² U 238.0	⁹³ Np -	⁹⁴ Pu -	⁹⁵ Am -	⁹⁶ Cm -	⁹⁷ Bk -	⁹⁸ Cf -	⁹⁹ Es -	¹⁰⁰ Fm -	¹⁰¹ Md -	¹⁰² No -	¹⁰³ Lr -



Республикалық химия олимпиадасы
Облыстық кезең (2022-2023).
11-сыныпқа арналған ресми шешімдер жинағы.

Содержание

Предисловие	3
№1 Есеп. Белгісіз элементтер (10%)	4
№2 Есеп. Рентгендік диагностикалық зат (10%)	5
№3 Есеп. Керек тастың ауырлығы жоқ! (12%)	6
№4 Есеп. Салқыннатқыш (10%)	9
№5 Есеп. Қайта оралған электрохимия (13%)	11
№6 Есеп. Органикалық реакциялар тізбегі (15%)	15

Обращение к участникам:

Коллегия химиков хочет, чтобы районная олимпиада выполняла не только роль отбора на областную олимпиаду, но и являлась возможностью для участников получить удовольствие от решения задач, узнать что-то новое и подогреть свой интерес к химии. Чтобы лучше выполнять эту задачу нам нужно лучше понимать уровень подготовки участников. Для этого мы просим **вас дать обратную связь по олимпиаде заполнив анкету: opros.qazcho.kz.** Чем больше мы получим ответов, тем лучше мы сможем корректировать сложность, качество и объем заданий как на областном этапе, так и на районном этапе в следующем году. Заранее спасибо!

Обращение к членам жюри:

Перед вами находится официальный комплект решений районного этапа республиканской олимпиады по химии (2022-2023 учебный год). Мы расписали как должен оцениваться каждый пункт каждой задачи (включая максимальный балл за задачу и за отдельный пункт). Если у вас есть вопросы по решению той или иной задачи или по ее оцениванию, вы можете связаться с составителями через специальный чат для жюри. Ссылка на чат есть на странице qazcho.kz/join/.

В большинстве решений мы указываем разбалловку за финальные ответы. Если не указано иное, вы можете выдавать баллы за правильные рассуждения даже если финальный ответ неправильный или отсутствует вовсе (но иногда авторское решение ограничивает сколько баллов можно давать за рассуждения без конечного ответа). Во всех задачах, за правильный ответ без расчетов и рассуждений (если не указано иное) ученику должно присуждаться 0 баллов.

Теперь просьба. Мы (составители) не получаем никакой информации о результатах учеников на районном этапе. Из-за этого, мы лишены обратной связи: мы не можем понять было ли задание слишком легким или слишком сложным, мы не можем корректировать нашу работу на основании реальных данных. Поэтому мы бы хотели попросить вас отправить результаты вашего района на нашу почту results@qazcho.kz. Особенno полезными будут результаты с разбалловкой по задачам (в идеале -- по подпунктам). Если хотите, вы можете анонимизировать результаты (т.е. отправить без имен учеников). Но если вы отправите результаты с именами, у нас будет возможность сравнивать их с последующими результатами этих учеников на областном и заключительном этапах (в идеале, если мы хорошо будем справляться с составлением заданий, у этих результатов должна быть корреляция).

В любом случае мы гарантируем полную конфиденциальность как отправителя (т.е. вас), так и результатов, которые мы получим. Все данные будут использованы исключительно в целях статистического анализа направленного на улучшение нашей работы.

№1 Есеп. Белгісіз элементтер

Автор: Бегдайр С.

1.1 (10 ұпай)

Формулалардағы оттегінің мөлшері мен оттегінің массалық үлесін пайдалана отырып, заттардың молярлық массасын табамыз.

$$M(XL_8Z_2O_4) = \frac{4 \times 16}{0.3232} = 198 \text{ г моль}^{-1}$$

$$M(XLYO_4) = \frac{4 \times 16}{0.4025} = 159 \text{ г моль}^{-1}$$

$$M(XYO_4) = \frac{4 \times 16}{0.405} = 158 \text{ г моль}^{-1}$$

$$M(YZO_3) = \frac{3 \times 16}{0.3918} = 122.5 \text{ г моль}^{-1}$$

Осыдан мынаны байқаймыз:

$$M(XLYO_4) - M(XYO_4) = M(L) = 159 - 158 = 1 \text{ г моль}^{-1}$$

Демек L бұл - сутек (Н). Молярлық массасы YZO_3 бүтін сан емес, яғни бұл қосылыста хлор немесе мыс болуы мүмкін. Элементтердің бірі мыс деп есептесек, екінші элементтің атомдық массасы 11 г моль^{-1} . Осыдан $CuBO_3$ қосылысын елестету қын (мұндай қосылыста мыстың тотығу дәрежесі $+3$ болуы керек). Егер элементтердің бірі хлор деп есептесек, онда калийге сәйкес келетін екінші элемент үшін 39 саны артық қалады. Сонымен Y және Z - калий мен хлор (бірақ қайсысының қай элемент екенін әлі анықтай алмаймыз). Калий Y элементіне сәйкес келеді деп есептейік. Сонда:

$$A_r(X) = M(XYO_4) - 4A_r(O) - A_r(K) = 158 - 64 - 39 = 55 \text{ г моль}^{-1}$$

Демек, X - марганец. Егер Y элементі хлорға сәйкес келеді деп есептесек, X атомдық массасы белгілі элементтерге сәйкес келмейтін 58.5 г моль^{-1} болады.

Осыдан: X - Mn, Y - K, Z - Cl, L - H (әрбір сәйкестік үшін **1 балдан** беріледі).

Онда: А - $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, марганц хлоридінің тетрагидраты; В - $KHMnO_4$, калий гидроманганаты; С - калий перманганаты; D – калий хлораты. (әрбір атау үшін **1 балдан** беріледі).

Реакция тендеулері (**1 балдан** әр реакция үшін беріледі):



№2 Есеп. Рентгендік диагностикалық зат

Автор: Мельниченко Д.

2.1 (10 ұпай)

Алдымен, біз қандай тұз туралы айтып жатқанымызды анықтайық.

$$A_{\text{Ba}} = 137.33 \text{ г моль}^{-1}$$

Тұз Ba_nX_m болсын делік. Сонда:

$$M(\text{X}) = \frac{137.33 \text{ г моль}^{-1} \times 0.4116 \times n}{0.5884 \times m} = 96.07 \times \frac{n}{m} \text{ г моль}^{-1}$$

$n = m = 1$ кезінде мына жауап алынады, белгісіз тұз А барий сульфаты BaSO_4 (3 балл)

Онда В қышқылы - H_2SO_4 . Қышқылдың концентрациясы былай есептеледі:

$$[\text{H}^+] = 10^{-pH} = 10^{-5.3} = 5.0 \times 10^{-6} \text{ M}$$

Күкірт қышқылы екі негізді қышқыл болғандықтан, қышқылдың (және иондардың SO_4^{2-}) концентрациясы протондардың концентрациясының жартысына тең болады:

$$C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = [\text{SO}_4^{2-}] = 2.5 \times 10^{-6} \text{ M} \quad (2 \text{ балл})$$

pK_{sp} -ны K_{sp} -га айналдырамыз:

$$K_{sp} = 10^{-9.967} = 1.079 \times 10^{-10} \quad (1 \text{ балл})$$

$$[\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = 1.079 \times 10^{-10}$$

500.00 мл 2.5×10^{-6} M күкірт қышқылына x мл BaCl_2 қосқанда сүйылту арқылы реттелетін концентрация функциялары келесідей болады:

$$[\text{Ba}^{2+}] = 0.00500 \times \frac{x}{x + 500.00} \text{ M}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 2.5 \times 10^{-6} \times \frac{500.00}{x + 500.00} \text{ M}$$

Осыдан келесі теңсіздікті аламыз:

$$0.00500 \times \frac{x}{x + 500.00} \times 2.5 \times 10^{-6} \times \frac{500.00}{x + 500.00} \geq 1.079 \times 10^{-10}$$

$$0.00500 \times \frac{x}{x + 500.00} \times 2.5 \times 10^{-6} \times \frac{500.00}{x + 500.00} \geq 1.079 \times 10^{-10}$$

$$\frac{6.25 \times 10^{-6}x}{(500 + x)^2} \geq 1.079 \times 10^{-10}$$

$$1.079 \times 10^{-10}x^2 - 6.14 \times 10^{-6}x + 2.697 \times 10^{-5} \leq 0$$

Бұл теңдеудің физикалық қолайлы түбірі: $x = 4.392$ мл

(4 балл)

Дұрыс жауабы бар дұрыс шешім үшін – толық балл (4) беріледі. Егер шешімнің барысы дұрыс болса, бірақ есептеу қатесі болса, онда максималды қатысушы 4-тен 2 балл ғана алады.

№3 Есеп. Керек тастың ауырлышы жоқ!

Автор: Загрибельный Б.

3.1 (12 ұпай)

Құрамында галоген бар белгісіз күкірт қосылысы $S_x\text{Hal}_y\text{D}$ формуласымен белгіленеді, мұндағы x — молекуладағы күкірт атомдарының саны, Hal — белгісіз галоген, y — галоген атомдарының саны. D - массасы мен құрамы белгісіз элемент. Есептің шартына сүйене отырып, Hal болуы ықтимал элемент ол - Cl , өйткені мәтінде «ақ ірімшік тәрізді тұнба» В бар, ол сипаттамаға сәйкес күміс хлоридімен сәйкес келеді. Сонымен, галоген - хлор, ал газ А -- HCl деп орынды болжам жасаймыз. (0,5 балл Г тұнбасын анықтағаны үшін, 0,5 балл А газын анықтағаны үшін, барлығы 1 балл беріледі). Сонда құрамында галогені бар белгісіз заттың формуласы -- $S_x\text{Cl}_y\text{D}$. (1 балл жалпы Φ формуласын шығарғаны үшін беріледі. Егер белгісіз элемент оттек ретінде белгіленсе, онда ол үшін балл алынбайды) Енді В тұнбасын қарастырайық. Есеп шартына сәйкес, В құрамында күкірт, оттегі, кальций және сутегі болуы мүмкін. Молекулада хлор кездеспейді, өйткені шартқа сәйкес хлорид ионы жуған суда және фильтратта күміс нитраты арқылы анықталмады. Тұнба формуласын жазайық: $\text{Ca}_a\text{S}_b\text{O}_c\text{H}_d$. (1 балл формуланы анықтағаны үшін беріледі. Егер сутегінің болуы мүмкін екендігі ескерілмесе - (минус 0,25 балл), хлордың болуы туралы түсініктеме болмаса - (минус 0,25 балл)).

Күкірттің массалық үлесін өрнектейік:

$$\omega(S) = \frac{A_r(S) \times b}{A_r(\text{Ca}) \times a + A_r(S) \times b + A_r(\text{O}) \times c + A_r(\text{H}) \times d} = \quad (1)$$

$$= \frac{32.1b}{40.1a + 32.1b + 16.0c + 1.0d} = 0.2355 \quad (2)$$

Сондай-ақ есеп шартынан тұнбаның **B** формула бірлігіндегі атомдардың қосындысы 6-ға тең екені белгілі. Атомдар қосындысының өрнегі: $a + b + c + d = 6$. Осы екі теңдеу негізінде және a, b, c және d натуранал сандар екенін түсінетін болсақ, $a = 1, b = 1, c = 4$ и $d = 0$ болатын жалғыз орынды шешім табылады, яғни **B** молекуласында сутегі кездеспейді. Сонымен, **B** заты -- CaSO_4 , яғни кальций сульфаты. (1 балл екі алгебралық теңдеумен **B** формуласын шығарғаны үшін беріледі) Есептің шарты қыздыру кезінде **B** кристалдық сүйін жоғалтып, бір уақытта **B** (CaSO_4) -ға айналатынын айтқандақттан, **B** заты ол -- $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ формулалы кальций сульфаттың кристалдық гидраты екені анық.

Кристалдық гидраттағы оттегінің массалық үлесі:

$$\omega(O) = \frac{A_r(\text{O}) \times (4 + n)}{A_r(\text{Ca}) + A_r(S) + A_r(\text{O}) \times (4 + n) + A_r(\text{H}) \times 2n} = \quad (1)$$

$$= \frac{16.0 \times (4 + n)}{40.1 + 32.1 + 16.0 \times (4 + n) + 2.0n} = 0.5576 \quad (2)$$

Бұл теңдеуді n үшін шешсек, $n = 2$ -ні аламыз, сонда **B** заты – ол $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – гипс (ғаныш). (1 балл **B** формуласын тапқаны үшін беріледі)

Күміс хлоридінің зат мөлшері $\frac{4.870\text{ г}}{143.32\text{ г моль}^{-1}} = 34 \text{ ммоль}$. (0.5 балл күміс хлоридінің зат мөлшерін есептегені үшін беріледі).

1 моль S_xCl_yD гидролизі кезінде барлық хлор хлорид иондарының у молыне айналады. Сондықтан S_xCl_yD затының зат мөлшері – $34/y$ ммоль. Анықтама бойынша S_xCl_yD -ның молярлық массасы былай есептеледі:

$$32.1x + 35.5y + D = M(S_xCl_yD)$$

Заттың массасы мен мөлшеріне байланысты:

$$M(S_xCl_yD) = \frac{2.295\text{ г}}{34/y \text{ ммоль}} = 67.5y \text{ г моль}^{-1}$$

Екі теңдеуді біріктірсек, мынаны аламыз:

$$32.1x + 35.5y + D = 67.5y \quad (1)$$

$$32.1x - 32.0y + D = 0 \quad (2)$$

$$-32.1x + 32.0y = D \quad (3)$$

Әлбетте, **D** теріс массалы болуы мүмкін емес, сондықтан $y = 2$ деп тексеруді бастайық және онда x 1-ге тең және $y = 5$ деп тексерейік (есептің шарты бойынша MoS_4 құрамында 7 атомнан көп атом болмайды).

y	2	3	4	5
D	31.9 (2O?)	63.9 (Cu?)	95.9 (Mo?)	127.9

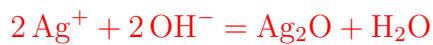
Жалғыз ұтымды нұсқа $y = 2$ кезінде байқалады, мұнда есептелген салмақ мәні **D** 31,9, бұл оттегінің екі атомдық массасына өте жақын келеді. $y = 3$ кезіндегі мыс валенттілік және гидролизден кейінгі ерітінді түссіз болу шарты бойынша ешбір жағдайда сәйкес келмейді. Молибден де жарамайды, өйткені MoS_4 гидролиз кезінде тұнба беруі керек (мақала бойынша Synthesis, properties and structural features of molybdenum(V) oxide trichloride complexes with neutral chalcogenoether ligands MoS_4 заты жоқ). Осылайша галогенқұрамды заттың формуласы **C – SO_2Cl_2 – сульфурил хлориді**. (2.5 балл **C** затының формуласы үшін беріледі)

Реакция теңдеулері (әр дұрыс теңдеу үшін 0,5 балл, барлығы 3 балл беріледі):



(7)

Егер ертінді хлорид ионын анықтау үшін қышқылдандырылмаса, онда күміс оксидінің (I) тұнбаға түсуі мүмкін.

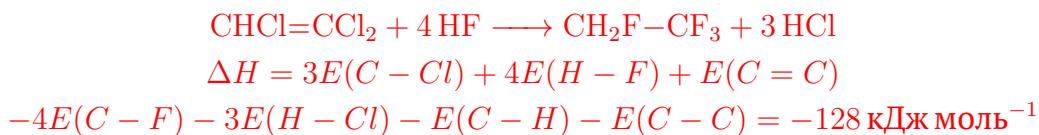
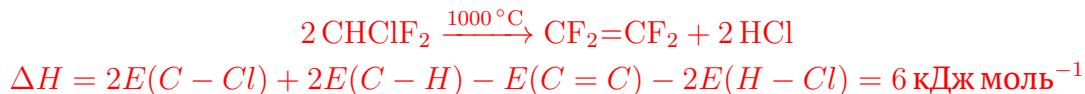
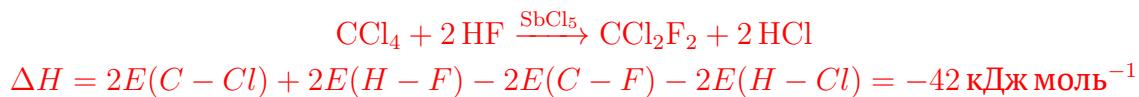


Бұл үшін азот қышқылы ең қолайлы, өйткені күміс нитраты суда жақсы ериді. (1 балл күміс(I) оксидінің тұнбаға түсу мүмкіндігін көрсететін дәлелді түсініктеме үшін беріледі)

№4 Есеп. Салқындағыш

Автор: Бекхожин Ж.

4.1 (4 балл)



1 балл – әрбір дұрыс энтальпия үшін беріледі. **-0.5 балл** әрбір қате таңба үшін алынады. **-0.25 балл** жауапта өлшем бірліктерін жазбағаны үшін алынады.

4.2 (1 балл)

1. $\Delta_r S \approx 0$
2. $\Delta_r S > 0$
3. $\Delta_r S < 0$
4. $\Delta_r S \approx 0$

0.25 балл әрбір дұрыс таңба үшін беріледі.

4.3 (5 балл)

$$S_{\text{CHClF}_2}(1273\text{K}) = 20 + \frac{4120}{97} + 120 \cdot \ln \left(\frac{232}{97} \right) + \frac{20200}{232} + 60 \cdot \ln \left(\frac{1273}{232} \right) =$$
$$356 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$$

$$S_{\text{C}_2\text{F}_4}(1273\text{K}) = 18 + \frac{7700}{131} + 110 \cdot \ln\left(\frac{198}{131}\right) + \frac{16800}{198} + 115 \cdot \ln\left(\frac{1273}{198}\right) = \\ 421 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$$

$$S_{\text{HCl}}(1273\text{K}) = 17 + \frac{3500}{160} + 100 \cdot \ln\left(\frac{188}{160}\right) + \frac{16200}{188} + 30 \cdot \ln\left(\frac{1273}{188}\right) = \\ 198.5 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$$

$$\Delta S = S_{\text{C}_2\text{F}_4}(1273\text{K}) + 2 \cdot S_{\text{HCl}}(1273\text{K}) - 2 \cdot S_{\text{CHClF}_2}(1273\text{K}) = 106 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$$

1.5 балл әрбір дұрыс абсолютті энтропия үшін беріледі.**0.5 балл** жалпы реакцияның дұрыс энтропиясы үшін беріледі.

№5 Есеп. Қайта оралған электрохимия

Автор: Моргунов А.

5.1 (1 ұпай)

Стандартты электродтың тотықсыздану потенциалы темірдің Fe^{2+} және Fe^{3+} түрлері үшін теріс болғандықтан, темір қышқыл ерітінділерінен сутегі иондарын H^+ ығыстыра алады. (1 балл)

5.2 (1 ұпай)

Гиббс энергиясы құйдің функциясы болғандықтан, Гесс заңын қолданып, келесі формуланы алуға болады:

$$-n_3FE_3 = -n_1FE_1 - n_2FE_2 \quad (1)$$

$$E_3 = \frac{n_1E_1 + n_2E_2}{n_3} \quad (2)$$

Осылайша (бұдан әрі потенциал индексіндегі бірінші сан тотыққан түрдің тотығу дәрежесін, ал екінші сан тотықсызданған түрдің тотығу дәрежесін көрсетеді):

$$3E_{30} = E_{32} + 2E_{20} \quad (1)$$

$$E_{32} = 3E_{30} - 2E_{20} \quad (2)$$

$$E_{32} = 3 \times (-0.036) - 2 \times (-0.440) = 0.772 \text{ В} \quad (3)$$

$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ жұбының стандартты электродтық потенциалы 0.772 В (1 балл)

5.3 (2 ұпай)

Алдыңғы пункте алынған формуланы қолданамыз:

$$3E_{74} = E_{76} + 2E_{64} \quad (1)$$

$$E_{74} = \frac{0.56 + 2 \times 2.26}{3} = 1.69 \text{ В} \quad (2)$$

$$4E_{73} = E_{76} + 2E_{64} + E_{43} \quad (3)$$

$$E_{43} = 4 \times 1.51 - 0.56 - 2 \times 2.26 = 0.96 \quad (4)$$

E_{43} мәнін әртүрлі тәсілдермен есептеуге болады. Мысалы, $E_{43} = 3 \times 4E_{73} - 3E_{74}$. Егер оқушы $\frac{0.56+2\times2.26}{3}$ орнына $E_{74} = 1.69$ дөңгелектенген мәнді пайдаланса, оқушы 0.97 В жауабын алады. Сол үшін оған толық балл

беріледі.

$$5E_{72} = E_{76} + 2E_{64} + E_{43} + E_{32} \quad (1)$$

$$E_{72} = \frac{0.56 + 2 \times 2.26 + 0.96 + 1.51}{5} = 1.51 \quad (2)$$

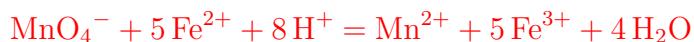
$$7E_{70} = E_{76} + 2E_{64} + E_{43} + E_{32} + 2E_{20} \quad (3)$$

$$E_{70} = \frac{0.56 + 2 \times 2.26 + 0.96 + 1.51 - 2 \times 1.18}{7} = 0.74 \quad (4)$$

Потенциалды іздеу: $X_1 = E_{74} = 1.69$ В, $X_2 = E_{43} = 0.96$ В, $X_3 = E_{72} = 1.51$ В, $X_4 = E_{70} = 0.74$ В (әр мін үшін **0.5 балл**, жалпы 2 балл беріледі).

5.4 (2 ұпай)

Темір(II)-ден темір(III)-ке тотығу реакциясы -0.772 В потенциалына ие. Марганецтің тотысыздану потенциал формасы осы модуль мәнінен асатын болса, марганец тотықсызданады. Бұдан тотықсыздану $+2$ тотығу дәрежесіне дейін көтерілетінін байқау қын емес (**0,5 балл**, стандартты электродтық потенциалдарға сілтемесіз жауап үшін 0 балл). Есепте баламалы мәндерді қолданса, оқушы осындай қорытындыға келе алады. Жүрген реакция теңдеуі үшін (**0.5 балл**):



Осы реакция үшін ЭҚҚ: $E = E_{\text{катод}} - E_{\text{анод}} = 1.51 - 0.77 = 0.74$ В (**0.5 балл**).

Гиббс энергиясының өзгерісі:

$$\Delta_r G = -nFE = -5 \times 96485 \times 0.74 = 357 \text{ кДж моль}^{-1} \quad (\text{0.5 балл}).$$

5.5 (1 ұпай)

Әйткені $E = E_{32} - E_{20} = 1.51 + 1.18 = 2.69 > 0$, Mn^{3+} мен Mn жұбы конпропорциялануға қабілетті (**0.5 балл**). Жүрген реакция теңдеуі үшін(**0.5 балл**):



5.6 (1 ұпай)

Әйткені $E = E_{64} - E_{76} = 2.26 - 0.56 = 1.70 > 0$, MnO_4^{2-} ионы диспропорциялануға қабілетті (**0.5 балл**). Жүрген реакция теңдеуі үшін (**0.5 балл**):



5.7 (1 ұпай)

Ең тұрақты форма - Фрост диаграммасындағы ғаламдық минимум, сондықтан ол Mn^{2+} (**1 балл**). Бұл тұжырымға n_1 тотығу дәрежесінен n_2 тотығу дәрежесіне дейінгі кез келген реакция үшін Гиббс энергиясының өзгеруі, егер Фрост диаграммасында n_1 сәйкес нүктесінен n_2 сәйкес нүктесінен төмен болса, оң болатынын ескеру арқылы жетуге болады.

5.8 (2 ұпай)

Гиббс энергиясының өзгеруіне сүйене отырып ($n \times E$ -ға пропорционал), n_3 -дағы форма n_1 және n_2 формаларымен диспропорциялануға қабілетті деген қорытынды жасауға болады, егер нүктесі – $n_1 - n_2$ және n_3 сәйкес келетін жоғары нүктелер. Осылайша, диспропорциялану реакциялардың тендеулері:

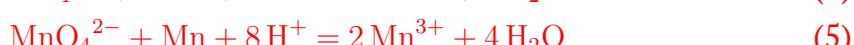
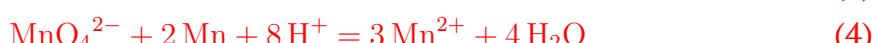
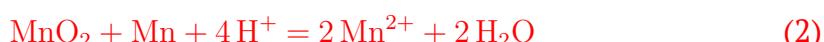
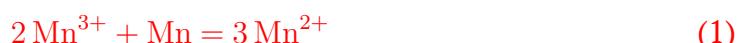


Оқушы жоғарыдағы 5 жауаптың кез келген 3 жауабын көрсете алады. Егер оқушы 1 дұрыс тендеуді көрсетсе – әр пунктке 0,25 балл. 2 дұрыс тендеу үшін – 1 балл. 3 тендеу үшін – бір пунктке 2 балл. Тендеу теңестірілген, егер коэффициенттер көрсетілмесе – реакцияға балл берілмейді.

5.9 (2 ұпай)

Сол сияқты, Гиббс энергиясының өзгеруіне сүйене отырып, n_1 және n_2 формалары, егер Фрост диаграммасындағы n_1 және n_2 сәйкес нүктелер болса, n_3 формасына n_3 сәйкес нүктеден жоғары пропорциялануға қабілетті деген қорытынды жасауға болады.

Сонымен, конпропорциялану реакцияларының тендеулері:



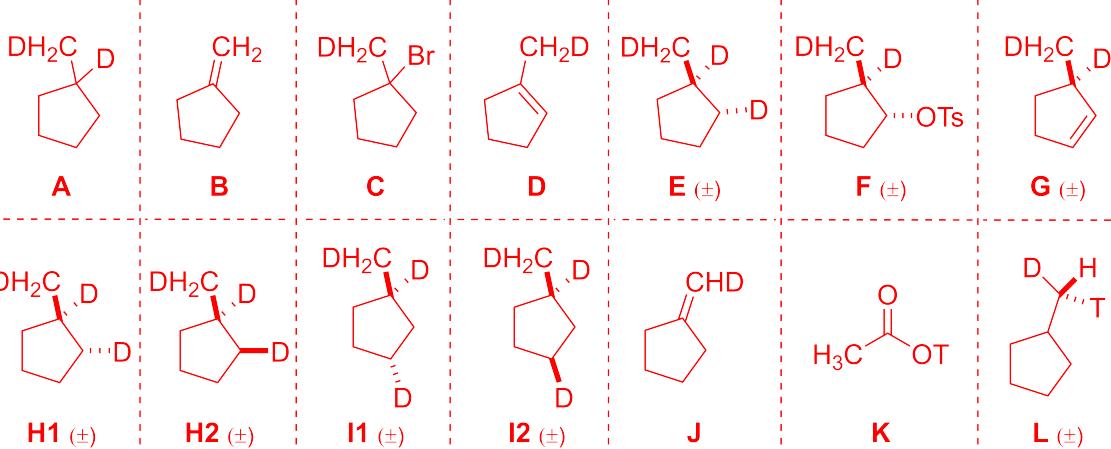
Оқушы жоғарыдағы 7 жауаптың кез келген 3 жауабын көрсете алады. Егер оқушы 1 дұрыс тендеуді көрсетсе – әр пунктке 0,25 балл. 2 дұрыс тендеу үшін

– әр пунктке 1 балл. 3 теңдеу үшін – бір пунктке 2 балл. Дұрыс теңдеуді теңестіру керек, егер коэффициенттер көрсетілмесе – реакцияға балл берілмейді.

№6 Есеп. Органикалық реакциялар тізбегі

Автор: Молдағұлов F.

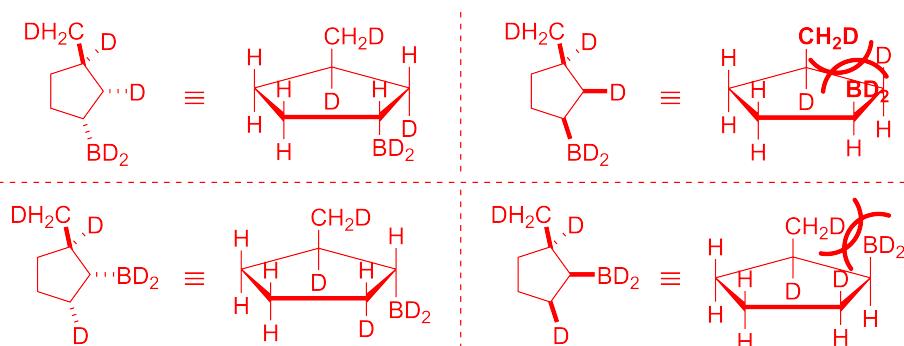
6.1 (15 балл)



A, B, C, D, J және K заттары үшін **1 балдан** беріледі (жалпы 6 балл беріледі).

E, F, G, H1, H2, I1 және **I2** заттарының кез келген энантиомерлік құрылымын салғаны (дұрыс стехиометрияны қолданып) үшін **1 балдан** беріледі (7 балл). **H1** және **I1** құрылымдары өзара ауыстырылады. Стереохимиясы дұрыс емес құрылымдарға ішінара балдар берілмейді.

Реакция өнімдерінің қоспасындағы **H1, H2, I1** және **I2** қатынасы дидейтериборил мен монодейтерленген метил топтары арасындағы гидроборациялық өнімнің стерикалық әрекеттесулерге тікелей байланысты екенін ескеріңіз. **L** энантиомерлерінің кез келген құрылымы үшін **2 балл** беріледі. Т – тритий (^3H).



1															18		
¹ H 1.008	² Be 9.01														² He 4.003		
³ Li 6.94															¹⁰ Ne 20.18		
¹¹ Na 22.99	¹² Mg 24.31	³	⁴	⁵	⁶	⁷	⁸	⁹	¹⁰	¹¹	¹²	¹³ Al 26.98	¹⁴ Si 28.09	¹⁵ P 30.97	¹⁶ S 32.06	¹⁷ Cl 35.45	¹⁸ Ar 39.95
¹⁹ K 39.10	²⁰ Ca 40.08	²¹ Sc 44.96	²² Ti 47.87	²³ V 50.94	²⁴ Cr 52.00	²⁵ Mn 54.94	²⁶ Fe 55.85	²⁷ Co 58.93	²⁸ Ni 58.69	²⁹ Cu 63.55	³⁰ Zn 65.38	³¹ Ga 69.72	³² Ge 72.63	³³ As 74.92	³⁴ Se 78.97	³⁵ Br 79.90	³⁶ Kr 83.80
³⁷ Rb 85.47	³⁸ Sr 87.62	³⁹ Y 88.91	⁴⁰ Zr 91.22	⁴¹ Nb 92.91	⁴² Mo 95.95	⁴³ Tc -	⁴⁴ Ru 101.1	⁴⁵ Rh 102.9	⁴⁶ Pd 106.4	⁴⁷ Ag 107.9	⁴⁸ Cd 112.4	⁴⁹ In 114.8	⁵⁰ Sn 118.7	⁵¹ Sb 121.8	⁵² Te 127.6	⁵³ I 126.9	⁵⁴ Xe 131.3
⁵⁵ Cs 132.9	⁵⁶ Ba 137.3	⁵⁷⁻⁷¹	⁷² Hf 178.5	⁷³ Ta 180.9	⁷⁴ W 183.8	⁷⁵ Re 186.2	⁷⁶ Os 190.2	⁷⁷ Ir 192.2	⁷⁸ Pt 195.1	⁷⁹ Au 197.0	⁸⁰ Hg 200.6	⁸¹ Tl 204.4	⁸² Pb 207.2	⁸³ Bi 209.0	⁸⁴ Po -	⁸⁵ At -	⁸⁶ Rn -
⁸⁷ Fr -	⁸⁸ Ra -	⁸⁹⁻¹⁰³	¹⁰⁴ Rf -	¹⁰⁵ Db -	¹⁰⁶ Sg -	¹⁰⁷ Bh -	¹⁰⁸ Hs -	¹⁰⁹ Mt -	¹¹⁰ Ds -	¹¹¹ Rg -	¹¹² Cn -	¹¹³ Nh -	¹¹⁴ Fl -	¹¹⁵ Mc -	¹¹⁶ Lv -	¹¹⁷ Ts -	¹¹⁸ Og -

⁵⁷ La 138.9	⁵⁸ Ce 140.1	⁵⁹ Pr 140.9	⁶⁰ Nd 144.2	⁶¹ Pm -	⁶² Sm 150.4	⁶³ Eu 152.0	⁶⁴ Gd 157.3	⁶⁵ Tb 158.9	⁶⁶ Dy 162.5	⁶⁷ Ho 164.9	⁶⁸ Er 167.3	⁶⁹ Tm 168.9	⁷⁰ Yb 173.0	⁷¹ Lu 175.0
⁸⁹ Ac -	⁹⁰ Th 232.0	⁹¹ Pa 231.0	⁹² U 238.0	⁹³ Np -	⁹⁴ Pu -	⁹⁵ Am -	⁹⁶ Cm -	⁹⁷ Bk -	⁹⁸ Cf -	⁹⁹ Es -	¹⁰⁰ Fm -	¹⁰¹ Md -	¹⁰² No -	¹⁰³ Lr -



Республиканская олимпиада по химии
 Областной этап (2022-2023).
 Официальный комплект решений 11-класса.

Содержание

Предисловие	3
Задача №1. Неизвестные элементы (10%)	4
Задача №2. Рентгеноконтрастное вещество (10%)	5
Задача №3. Не потеряй ничего нужного (12%)	6
Задача №4. Хладагент (10%)	9
Задача №5. Электрохимия возвращается (13%)	11
Задача №6. Цепочка органических реакций (15%)	15

Обращение к участникам:

Коллегия химиков хочет, чтобы районная олимпиада выполняла не только роль отбора на областную олимпиаду, но и являлась возможностью для участников получить удовольствие от решения задач, узнать что-то новое и подогреть свой интерес к химии. Чтобы лучше выполнять эту задачу нам нужно лучше понимать уровень подготовки участников. Для этого мы просим вас дать обратную связь по олимпиаде заполнив анкету: opros.qazcho.kz. Чем больше мы получим ответов, тем лучше мы сможем корректировать сложность, качество и объем заданий как на областном этапе, так и на районном этапе в следующем году. Заранее спасибо!

Обращение к членам жюри:

Перед вами находится официальный комплект решений районного этапа республиканской олимпиады по химии (2022-2023 учебный год). Мы расписали как должен оцениваться каждый пункт каждой задачи (включая максимальный балл за задачу и за отдельный пункт). Если у вас есть вопросы по решению той или иной задачи или по ее оцениванию, вы можете связаться с составителями через специальный чат для жюри. Ссылка на чат есть на странице qazcho.kz/join/.

В большинстве решений мы указываем разбалловку за финальные ответы. Если не указано иное, вы можете выдавать баллы за правильные рассуждения даже если финальный ответ неправильный или отсутствует вовсе (но иногда авторское решение ограничивает сколько баллов можно давать за рассуждения без конечного ответа). Во всех задачах, за правильный ответ без расчетов и рассуждений (если не указано иное) ученику должно присуждаться 0 баллов.

Теперь просьба. Мы (составители) не получаем никакой информации о результатах учеников на районном этапе. Из-за этого, мы лишены обратной связи: мы не можем понять было ли задание слишком легким или слишком сложным, мы не можем корректировать нашу работу на основании реальных данных. Поэтому мы бы хотели попросить вас отправить результаты вашего района на нашу почту results@qazcho.kz. Особенno полезными будут результаты с разбалловкой по задачам (в идеале -- по подпунктам). Если хотите, вы можете анонимизировать результаты (т.е. отправить без имен учеников). Но если вы отправите результаты с именами, у нас будет возможность сравнивать их с последующими результатами этих учеников на областном и заключительном этапах (в идеале, если мы хорошо будем справляться с составлением заданий, у этих результатов должна быть корреляция).

В любом случае мы гарантируем полную конфиденциальность как отправителя (т.е. вас), так и результатов, которые мы получим. Все данные будут использованы исключительно в целях статистического анализа направленного на улучшение нашей работы.

Задача №1. Неизвестные элементы

Автор: Бегдайр С.

1.1 (10 баллов)

С помощью количества кислорода в формулах и массовой доли кислорода, найдем молярные массы веществ.

$$M(XL_8Z_2O_4) = \frac{4 \times 16}{0.3232} = 198 \text{ г моль}^{-1}$$

$$M(XLYO_4) = \frac{4 \times 16}{0.4025} = 159 \text{ г моль}^{-1}$$

$$M(XYO_4) = \frac{4 \times 16}{0.405} = 158 \text{ г моль}^{-1}$$

$$M(YZO_3) = \frac{3 \times 16}{0.3918} = 122.5 \text{ г моль}^{-1}$$

Заметим:

$$M(XLYO_4) - M(XYO_4) = M(L) = 159 - 158 = 1 \text{ г моль}^{-1}$$

Значит L это водород (H). Молярная масса YZO_3 нецелая, значит это соединение содержит хлор или медь. Если предположить, что один из элементов медь, атомная масса второго элемента равна 11 г моль^{-1} . Соединение $CuBO_3$ сложно себе представить (в таком соединении, у меди степень окисления должна быть +3). Если предположить, что один из элементов -- хлор, то на второй элемент остается 39, что соответствует калию. Таким образом, Y и Z это калий и хлор (но пока мы не можем определить, что из них что). Предположим, что калий соответствует элементу Y . Тогда:

$$A_r(X) = M(XYO_4) - 4A_r(O) - A_r(K) = 158 - 64 - 39 = 55 \text{ г моль}^{-1}$$

Таким образом X это марганец. Если предположить, что элементу Y соответствует хлор, на атомную массу X будет приходиться 58.5 г моль^{-1} что не соответствует известным элементам.

Таким образом: X - Mn, Y - K, Z - Cl, L - H (за каждое соотнесение по 1 баллу).

Тогда: A - $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, тетрагидрат хлорида марганца; B - $KHMnO_4$, гидроманганат калия; C - перманганат калия; D - хлорат калия. (за каждое название по 1 баллу).

Уравнения реакций (по 1 баллу за каждую реакцию):



Задача №2. Рентгеноконтрастное вещество

Автор: Мельниченко Д.

2.1 (10 баллов)

Для начала определим о какой соли идет речь.

$$A_{\text{Ba}} = 137.33 \text{ г моль}^{-1}$$

Предположим, что соль имеет вид Ba_nX_m . Тогда:

$$M(\text{X}) = \frac{137.33 \text{ г моль}^{-1} \times 0.4116 \times n}{0.5884 \times m} = 96.07 \times \frac{n}{m} \text{ г моль}^{-1}$$

При $n = m = 1$ мы получаем ответ, что загаданная соль А является сульфатом бария BaSO_4 (3 балла)

Отсюда же следует, что кислота В - H_2SO_4 . Концентрацию кислоты вычисляем следующим образом:

$$[\text{H}^+] = 10^{-pH} = 10^{-5.3} = 5.0 \times 10^{-6} \text{ М}$$

Так как серная кислота двухосновная, концентрация килсоты (и ионов SO_4^{2-}) будет в два раза меньше концентрации протонов:

$$C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = [\text{SO}_4^{2-}] = 2.5 \times 10^{-6} \text{ М} \quad (2 \text{ балла})$$

Конвертируем pK_{sp} в K_{sp}

$$K_{sp} = 10^{-9.967} = 1.079 \times 10^{-10} \quad (1 \text{ балл})$$

$$[\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] = 1.079 \times 10^{-10}$$

При добавлении x мл BaCl_2 к 500.00 мл $2.5 \times 10^{-6} \text{ М}$ серной кислоты, функции концентраций с учетом разбавления будут выглядеть следующим образом:

$$[\text{Ba}^{2+}] = 0.00500 \times \frac{x}{x + 500.00} \text{ М}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 2.5 \times 10^{-6} \times \frac{500.00}{x + 500.00} \text{ М}$$

Следовательно мы получаем следующее неравенство:

$$0.00500 \times \frac{x}{x + 500.00} \times 2.5 \times 10^{-6} \times \frac{500.00}{x + 500.00} \geq 1.079 \times 10^{-10}$$

$$0.00500 \times \frac{x}{x + 500.00} \times 2.5 \times 10^{-6} \times \frac{500.00}{x + 500.00} \geq 1.079 \times 10^{-10}$$

$$\frac{6.25 \times 10^{-6}x}{(500 + x)^2} \geq 1.079 \times 10^{-10}$$

$$1.079 \times 10^{-10}x^2 - 6.14 \times 10^{-6}x + 2.697 \times 10^{-5} \leq 0$$

Физически приемлемый корень данного уравнения: $x = 4.392$ мл
(4 балла)

За верное решение с верным ответом - полный балл (4). Если ход решения верный, но была допущена вычислительная ошибка, то максимально участник может получить лишь 2 балла из максимально возможных 4.

Задача №3. Не потеряй ничего нужного

Автор: Загрибельный Б.

3.1 (12 баллов)

Неизвестное галогенсодержащее соединение серы обозначим через формулу $S_x\text{Hal}_yD$, где x – число атомов серы в молекуле, Hal – неизвестный галоген, y – число его атомов. D – довесок, неизвестной массы и состава.

Исходя из условия задачи Hal – скорее всего Cl, поскольку в тексте фигурирует «белый творожистый осадок» В, который по описанию совпадает с хлоридом серебра. Итак, делаем небезосновательное предположение, что галоген – это хлор, а газ А -- HCl. **(0.5 балла за определение формулы осадка Г, 0.5 балла за определение формулы газа А, итого 1 балл).** Тогда формула неизвестного галогенсодержащего вещества -- $S_x\text{Cl}_yD$. **(1 балл за вывод общей формулы Ф с учётом довеска. Если довесок сразу обозначен как кислород, то это штрафоваться не будет)**

Разберемся теперь с осадком В. По условию задачи, В скорее всего содержит серу, кислород, кальций и, возможно, водород. Хлора в молекуле нет, поскольку по условию в промывных водах и фильтрате хлорид-ион не обнаруживается нитратом серебра. Запишем формулу осадка: $\text{Ca}_a\text{S}_b\text{O}_c\text{H}_d$. **(1 балл за вывод формулы. Если не учтено возможное наличие водорода – (минус 0.25 балла), если нет комментария относительно наличия хлора – (минус 0.25 балла)).**

Выражение для массовой доли серы:

$$\omega(S) = \frac{A_r(S) \times b}{A_r(\text{Ca}) \times a + A_r(S) \times b + A_r(\text{O}) \times c + A_r(\text{H}) \times d} = \quad (1)$$

$$= \frac{32.1b}{40.1a + 32.1b + 16.0c + 1.0d} = 0.2355 \quad (2)$$

Также из условия задачи известно, что сумма атомов в формульной единице осадка В равна 6. Выражение для суммы атомов: $a + b + c + d = 6$. Исходя из этих двух уравнений и понимания того, что a, b, c и d представляют собой целые положительные числа получаем, что единственное разумное решение обнаруживается при $a = 1, b = 1, c = 4$ и $d = 0$, то есть водорода в молекуле В всё-таки нет. Таким образом В – это CaSO_4 , то есть это сульфат кальция. **(1 балл за вывод формулы В с двумя алгебраическими уравнениями)**

Поскольку в условии задачи сказано, что Б теряет кристаллизационную воду при прокаливании и при этом превращается в В (CaSO_4), то очевидно, что Б – это кристаллогидрат сульфата кальция с формулой $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Выражение для массовой доли кислорода в кристаллогидрате этого состава выглядит следующим образом:

$$\omega(O) = \frac{A_r(\text{O}) \times (4 + n)}{A_r(\text{Ca}) + A_r(S) + A_r(\text{O}) \times (4 + n) + A_r(\text{H}) \times 2n} = \quad (1)$$

$$= \frac{16.0 \times (4 + n)}{40.1 + 32.1 + 16.0 \times (4 + n) + 2.0n} = 0.5576 \quad (2)$$

Решая это уравнение относительно n , получаем $n = 2$, значит **Б** – это $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ – гипс. (1 балл за вывод формулы Б)

Количество вещества хлорида серебра равно $\frac{4.870 \text{ г}}{143.32 \text{ г моль}^{-1}} = 34 \text{ ммоль}$. (0.5 балла за расчет количества вещества хлорида серебра).

При гидролизе 1 моль $\text{S}_x\text{Cl}_y\text{D}$ весь хлор переходит в 1 моль хлорид-ионов. Таким образом количество вещества $\text{S}_x\text{Cl}_y\text{D}$ – $34/y$ ммоль. По определения молярная масса $\text{S}_x\text{Cl}_y\text{D}$ вычисляется как:

$$32.1x + 35.5y + D = M(\text{S}_x\text{Cl}_y\text{D})$$

А исходя из массы и количества вещества:

$$M(\text{S}_x\text{Cl}_y\text{D}) = \frac{2.295 \text{ г}}{34/y \text{ ммоль}} = 67.5y \text{ г моль}^{-1}$$

Сводим оба уравнения воедино и получаем:

$$32.1x + 35.5y + D = 67.5y \quad (1)$$

$$32.1x - 32.0y + D = 0 \quad (2)$$

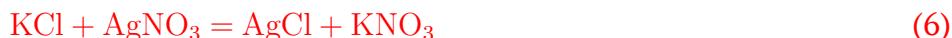
$$-32.1x + 32.0y = D \quad (3)$$

Очевидно, что довесок **D** не может быть отрицательным по массе, поэтому начнём проверять с $y = 2$, а x фиксируем равным 1 и проверяем до $y = 5$ (условие задачи о том, что в **Ф** не более 7 атомов).

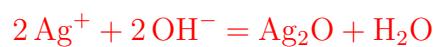
y	2	3	4	5
D	31.9 (2O?)	63.9 (Cu?)	95.9 (Mo?)	127.9

Единственный рациональный вариант наблюдается при $y = 2$, где рассчитанное значение довеска **D** равно 31.9, что очень близко к двум атомным массам кислорода. Медь при $y = 3$ никак не подходит по валентности и по условию того, что раствор после гидролиза бесцветный. Молибден тоже не подходит, т.к. MoSCl_4 при гидролизе должен давать осадок (на самом деле, согласно статье *Synthesis, properties and structural features of molybdenum(V) oxide trichloride complexes with neutral chalcogenoether ligands* MoSCl_4 не существует). Таким образом формула галогенсодержащего вещества **C** – SO_2Cl_2 – хлористый сульфурил. (2.5 балла за вывод формулы С)

Уравнения реакций (По 0.5 балла за каждое правильное уравнение, итого 3 балла):



Если не подкислить раствор для проведения пробы на хлорид-ион, то есть вероятность выпадения осадка окиси серебра (I).

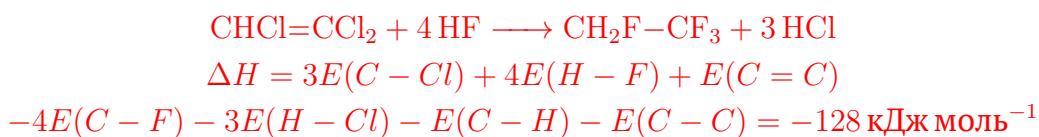
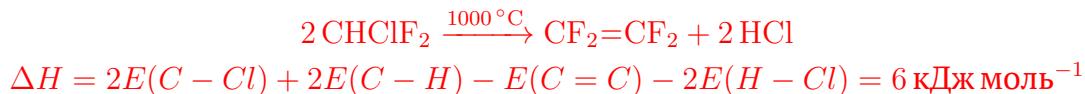
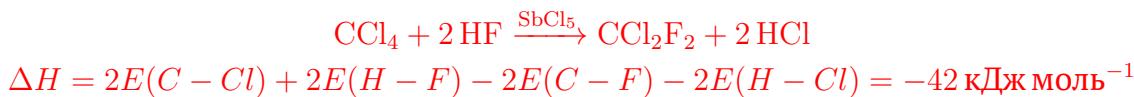


Азотная кислота лучше всего подходит для этого, поскольку нитрат серебра хорошо растворим в воде. (1 балл за аргументированное объяснение с указанием возможности выпадения окиси серебра (I) в осадок)

Задача №4. Хладагент

Автор: Бекхожин Ж.

4.1 (4 балла)



1 балл за каждую правильную энталпию. **-0.5 балла** за каждый неправильный знак. **-0.25 балла** за отсутствие единиц измерения в ответе.

4.2 (1 балл)

1. $\Delta_r S \approx 0$
2. $\Delta_r S > 0$
3. $\Delta_r S < 0$
4. $\Delta_r S \approx 0$

0.25 балла за каждый правильный знак.

4.3 (5 баллов)

$$S_{\text{CHClF}_2}(1273\text{K}) = 20 + \frac{4120}{97} + 120 \cdot \ln \left(\frac{232}{97} \right) + \frac{20200}{232} + 60 \cdot \ln \left(\frac{1273}{232} \right) =$$
$$356 \text{ Дж моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$$

Областной этап республиканской олимпиады по химии 2022-2023.
Комплект решений теоретического тура. 11-класс.

$$S_{\text{C}_2\text{F}_4}(1273\text{K}) = 18 + \frac{7700}{131} + 110 \cdot \ln\left(\frac{198}{131}\right) + \frac{16800}{198} + 115 \cdot \ln\left(\frac{1273}{198}\right) = \\ 421 \text{Дж моль}^{-1} \text{К}^{-1}$$

$$S_{\text{HCl}}(1273\text{K}) = 17 + \frac{3500}{160} + 100 \cdot \ln\left(\frac{188}{160}\right) + \frac{16200}{188} + 30 \cdot \ln\left(\frac{1273}{188}\right) = \\ 198.5 \text{Дж моль}^{-1} \text{К}^{-1}$$

$$\Delta S = S_{\text{C}_2\text{F}_4}(1273\text{K}) + 2 \cdot S_{\text{HCl}}(1273\text{K}) - 2 \cdot S_{\text{CHClF}_2}(1273\text{K}) = 106 \text{Дж моль}^{-1} \text{К}^{-1}$$

1.5 балла за каждую правильную абсолютную энтропию. **0.5 балла** за правильную энтропию общей реакции.

Задача №5. Электрохимия возвращается

Автор: Моргунов А.

5.1 (1 балл)

Поскольку стандартный электродный потенциал восстановления отрицателен для обоих форм железа Fe^{2+} и Fe^{3+} , железо может вытеснять ионы водорода H^+ из растворов кислот. (1 балл)

5.2 (1 балл)

Поскольку энергия Гиббса является функцией состояния, мы можем применить закон Гесса и получить следующую формулу:

$$-n_3FE_3 = -n_1FE_1 - n_2FE_2 \quad (1)$$

$$E_3 = \frac{n_1E_1 + n_2E_2}{n_3} \quad (2)$$

Таким образом (здесь и далее, первая цифра в индексе потенциала обозначает степень окисления окисленной формы, а вторая цифра -- степень окисления восстановленной формы):

$$3E_{30} = E_{32} + 2E_{20} \quad (1)$$

$$E_{32} = 3E_{30} - 2E_{20} \quad (2)$$

$$E_{32} = 3 \times (-0.036) - 2 \times (-0.440) = 0.772 \text{ В} \quad (3)$$

Стандартный электродный потенциал для пары $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ равен 0.772 В (1 балл)

5.3 (2 балла)

Пользуясь формулой, выведенной в предыдущем пункте:

$$3E_{74} = E_{76} + 2E_{64} \quad (1)$$

$$E_{74} = \frac{0.56 + 2 \times 2.26}{3} = 1.69 \text{ В} \quad (2)$$

$$4E_{73} = E_{76} + 2E_{64} + E_{43} \quad (3)$$

$$E_{43} = 4 \times 1.51 - 0.56 - 2 \times 2.26 = 0.96 \quad (4)$$

Значение E_{43} можно рассчитать разными способами. Например, $E_{43} = 3 \times 4E_{73} - 3E_{74}$. Если ученик использует округленное значение для $E_{74} = 1.69$, вместо $\frac{0.56+2\times2.26}{3}$, ученик получит ответ 0.97 В, за которое ему

присуждается полноценный балл.

$$5E_{72} = E_{76} + 2E_{64} + E_{43} + E_{32} \quad (1)$$

$$E_{72} = \frac{0.56 + 2 \times 2.26 + 0.96 + 1.51}{5} = 1.51 \quad (2)$$

$$7E_{70} = E_{76} + 2E_{64} + E_{43} + E_{32} + 2E_{20} \quad (3)$$

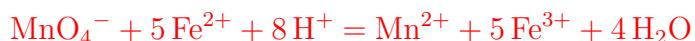
$$E_{70} = \frac{0.56 + 2 \times 2.26 + 0.96 + 1.51 - 2 \times 1.18}{7} = 0.74 \quad (4)$$

Искомые потенциалы: $X_1 = E_{74} = 1.69$ В, $X_2 = E_{43} = 0.96$ В, $X_3 = E_{72} = 1.51$ В, $X_4 = E_{70} = 0.74$ В (за каждое значение **по 0.5 балла**, всего 2 балла).

5.4 (2 балла)

Реакция окисления железа(II) до железа(III) имеет потенциал -0.772 В. До тех пор, пока потенциал восстановления формы марганца превышает это значение по модулю, марганец будет восстанавливаться. Несложно заметить, что восстановление будет идти до степени окисления +2 (**0.5 балла**, 0 баллов за ответ без отсылки к стандартным электродным потенциалам). Учащийся может прийти к такому же выводу, если использует альтернативные значения в задаче.

Уравнение протекающей реакции (**0.5 балла**):



ЭДС этой реакции: $E = E_{\text{катод}} - E_{\text{анод}} = 1.51 - 0.77 = 0.74$ В (**0.5 балла**).

Изменение энергии Гиббса:

$$\Delta_r G = -nFE = -5 \times 96485 \times 0.74 = 357 \text{ кДж моль}^{-1} \quad (\text{0.5 балла}).$$

5.5 (1 балл)

Поскольку $E = E_{32} - E_{20} = 1.51 + 1.18 = 2.69 > 0$, пара Mn^{3+} и Mn способна к конпропорционированию (**0.5 балла**). Уравнение протекающей реакции (**0.5 балла**):



5.6 (1 балл)

Поскольку $E = E_{64} - E_{76} = 2.26 - 0.56 = 1.70 > 0$, ион MnO_4^{2-} способна к диспропорционированию (**0.5 балла**). Уравнение протекающей реакции (**0.5 балла**):



5.7 (1 балл)

Наиболее стабильная форма является глобальным минимумом на диаграмме Фроста, значит это Mn^{2+} (1 балл). К этому выводу можно прийти заметив, что изменение энергии Гиббса для любой реакции от степени окисления n_1 к степени окисления n_2 положительно если на диаграмме Фроста точка, соответствующая n_1 , ниже точки, соответствующей n_2 .

5.8 (2 балла)

Руководствуясь изменением энергии Гиббса, которое пропорционально $n \times E$, можно прийти к выводу, что форма в n_3 способна к диспропорционированию на формы n_1 и n_2 , если точка, соответствующая n_1 на диаграмме Фроста, выше точек, соответствующих n_2 и n_3 .

Таким образом, уравнения реакций диспропорционирования:

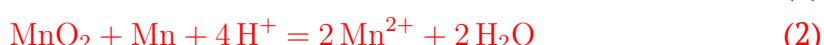


Ученик может указать любые 3 из 5 реакций выше. Если ученик указал 1 корректное уравнение - 0.25 балла за пункт. За 2 корректных уравнения - 1 балл за пункт. За 3 уравнения - 2 балла за пункт. Корректное уравнение должно быть уравнено, если коэффициенты не указаны -- баллы за реакцию не выдаются.

5.9 (2 балла)

Аналогично, исходя из изменений энергий Гиббса, можно прийти к выводу, что формы n_1 и n_2 способны к конпропорционированию в форму n_3 , если точки, соответствующие n_1 и n_2 на диаграмме Фроста, выше точки, соответствующей n_3 .

Таким образом, уравнения реакций конпропорционирования:

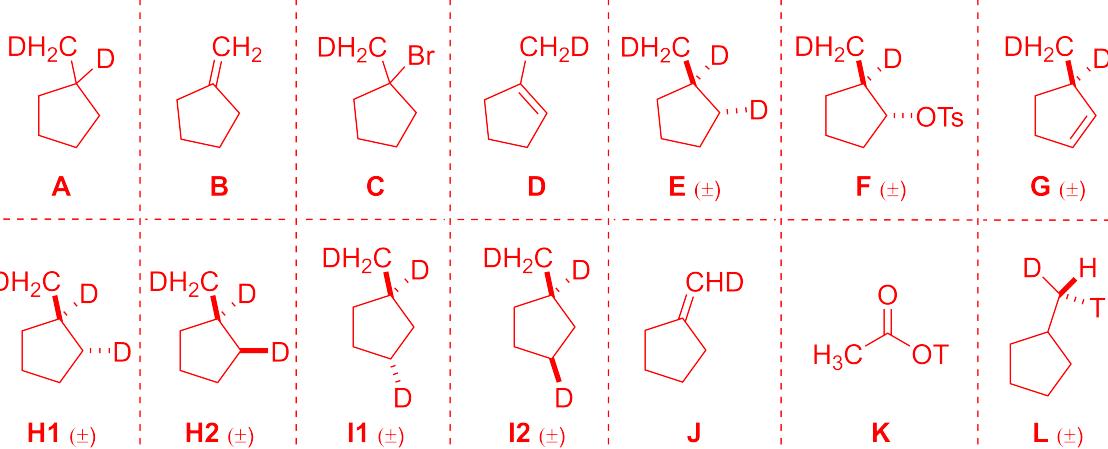


Ученик может указать любые 3 из 7 реакций выше. Если ученик указал 1 корректное уравнение - 0.25 балла за пункт. За 2 корректных уравнения - 1 балл за пункт. За 3 уравнения - 2 балла за пункт. Корректное уравнение должно быть уравнено, если коэффициенты не указаны -- баллы за реакцию не выдаются.

Задача №6. Цепочка органических реакций

Автор: Молдағұлов F.

6.1 (15 баллов)



По 1 баллу за структуры А, В, С, Д, Ј и К (итого 6 баллов).

По 1 баллу за структуры любого из энантиомеров веществ Е, F, G, H1, H2, I1 и I2 с учётом правильной стереохимии (7 баллов). Структуры H1 и I1 взаимозаменямы. Частичные баллы за структуры с неправильной стереохимией не присуждаются.

Обратите внимание на то, что соотношение H1, H2, I1 и I2 в смеси продуктов реакции напрямую зависит от стерических взаимодействий между дидейтериоборильной и монодейтерированной метильной группой в продукте гидроборирования.

За структуру любого из энантиомеров L присуждается 2 балла. Т – тритий (^3H).

