

1																	18
¹ H 1.008	2											13	14	15	16	17	² He 4.003
³ Li 6.94	⁴ Be 9.01											⁵ B 10.81	⁶ C 12.01	⁷ N 14.01	⁸ O 16.00	⁹ F 19.00	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).

9-сыныпқа арналған ресми шешімдер жинағы.

Содержание

Предисловие	3
№1 Есеп. Бақалшақ химиясы (10%)	4
№2 Есеп. Белгісіз заттар (14%)	5
№3 Есеп. Құмырсқа шырыны (5%)	7
№4 Есеп. Фосфор галогениді (10%)	9
№5 Есеп. Габер-Бош процесі (16%)	11

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 задания 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**. Особенно 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. Бақалшақ химиясы

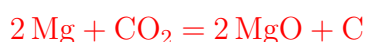
Автор: Мадиева М.

1.1 (5 ұпай)

Теңіз моллюскаларының бақалшақтары (қабықшалары) негізінен арагониттен CaCO_3 және органикалық бөліктен тұрады. Бақалшақтар қышқылда көмірқышқыл газының бөлінуімен тез ериді:



Магний белсенді металл, сондықтан ол CO_2 атмосферасында жанады:



Қара тұнба - түзілген көмір болып табылады. *Әр дұрыс реакция теңдеуі үшін 2.5 ұпай беріледі.*

1.2 (5 ұпай)

Түзілген көмірдің мөлшерін анықтаймыз (1 ұпай):

$$\nu(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{1.76 \text{ г}}{12.01 \text{ г моль}^{-1}} = 0.15 \text{ моль}$$

Бастапқы кальций карбонатының зат мөлшері көмірдің зат мөлшеріне тең (1 ұпай):

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \nu(\text{C}) = 0.15 \text{ моль}$$

Арагониттің массасын және оның бақалшақтағы құрамын есептейміз (әрқайсы үшін 1.5 ұпай, барлығы үшін 3 ұпай):

$$m(\text{CaCO}_3) = \nu(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 0.15 \cdot 100.09 = 15.01 \text{ г}$$

$$w(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{ракушки})} = \frac{15.01 \text{ г}}{15.57 \text{ г}} \cdot 100\% = 96.40\%$$

№2 Есеп. Белгісіз заттар

Автор: Мужубаев А.

2.1 (14 ұпай)

Есепті **G** оксидінен бастап шешкен жөн. Өйткені оттегінің массалық үлесі туралы біле отырып, қай элементтің оксиді екенін анықтауға болады. Барлық ықтимал нұсқаларды қарастырайық. Жалпы алғанда, оксид формуласы келесідей көрінеді - E_2O_x . Осыған сүйене отырып теңдеу құрайық:

$$\frac{16x}{16x + 2E} = 0.6895 \quad (1)$$

$$16x = 0.6895(16x + 2E) \quad (2)$$

$$E = 3.5968x \quad (3)$$

Бұдан арқылы мынадай мәндер алуға болады:

x	E (г/моль)
1	3.59
2	7.19 (\approx Li)
3	10.79 (B)
4	14.38 (\approx N)
5	17.98
6	21.58
7	25.17

Көріп отырғаныңыздай, $x = 3$ мәнінде элементтің молярлық массасы бордың молярлық массасына дәл сәйкес келеді. Сонда **G** оксиді B_2O_3 сәйкес келеді. Бұл оксидтің гидролизі нәтижесінде алынған қышқылдың бор қышқылы екенін болжау оңай. Осылайша, **F** - H_3BO_3 .

1- және 2-реакцияларын жалпы түрде жазайық: $A + B \longrightarrow D$ және $A + C \longrightarrow E$. Егер **D** заты бинарлы қосылыс болса, онда **A** немесе **B** немесе екеуінің де құрамында бор бар деген сөз. Бірақ құрамында бор бар екі атомды газ жоқ, одан **A** заты бор деген қорытынды жасауға болады. Онда **B** заты да жай зат.

Енді молярлық масса бойынша есептейік. Сандық мәліметтер бойынша теңдеулерді құрастырайық:

$$M_D - M_E = 49.36 \quad (1)$$

$$\frac{M_D}{M_E} = 1.727 \quad (2)$$

$$0.727M_E = 49.36 \quad (3)$$

$$M_E = 67.9 \text{ г моль}^{-1} \quad (4)$$

E қосылысы бордан және тағы бір элементтен құралған, және оның құрамында 4 атом бар. Белгісіз элементті **X** деп белгілей отырып, 3 түрлі формуланы жазуға болады: BX_3 , B_2X_2 , B_3X . Барлық 3 жағдайда да **X** үшін қандай молярлық масса болатынын тексерейік.

BX_3	19.03 г моль ⁻¹ (F)
B_2X_2	23.14 г моль ⁻¹ (Na)
B_3X	35.5 г моль ⁻¹ (Cl)

Алынған нұсқалардың ішінде тек бірінші зат қана сәйкес келеді. **Е** заты BF_3 екеніне көзіміз жетті. Онда, екіатомды газ **С** F_2 болатыны анық. **Д** заты үшін осындай есептеулерді келтірейік.

$$M_D = 67.9 + 49.36 = 117.26 \text{ г моль}^{-1} \quad (1)$$

Д затындағы белгісіз элементті **Y** деп белгілейік. Сонда бізде үш түрлі формула болуы мүмкін: BY_3 , B_2Y_2 , B_3Y .

BY_3	35.45 г моль ⁻¹ (Cl)
B_2Y_2	47.79 г моль ⁻¹ (Ti)
B_3Y	84.77 г моль ⁻¹

Бұл жағдайда бірінші нұсқа көңілге қонымды. Онда, **Д** заты - BCl_3 . Сәйкесінше, **В** заты - Cl_2 . Реакция теңдеулері:



(6)

(1)-(3) теңдеулер үшін **1 балдан**, (4)-(5) теңдеулер үшін **2 балдан** беріледі, жалпы 7 балл беріледі. Белгісіз заттардың формулалары: **А:** B, **В:** Cl_2 , **С:** F_2 , **Д:** BCl_3 , **Е:** BF_3 , **Ғ:** H_3BO_3 , **Г:** B_2O_3 . Әрбір зат үшін **1 балл**, барлығы 7 балл беріледі. Тапсырма бойынша барлығы 14 балл.

№3 Есеп. Құмырсқа шырыны

Автор: Касьянов А.

3.1 (14 балл)

Қаныққан тұз ерітінділерін T_2 -ге дейін салқындатқанда, T_2 -де қаныққан ерітіндіден артық мөлшерде тұз тұнбаға түседі. Алдымен 60°C және 20°C -де қаныққан ерітінділердегі натрий форматының массалық үлестерін есептейміз. 1 литр судың массасы 1000 г. Осылайша, 60°C -та:

$$\omega_{\text{HCO}_2\text{Na}} = \frac{546}{1000 + 546} = \frac{546}{1546} = 0.3532 = 35.32\%$$

20°C -та :

$$\omega_{\text{HCO}_2\text{Na}} = \frac{465}{1000 + 465} = \frac{465}{1465} = 0.3174 = 31.74\%$$

60°C -та алғашқы ерітіндідегі HCO_2Na -ның массасын табамыз:

$$m_{\text{HCO}_2\text{Na}} = \omega_{\text{HCO}_2\text{Na}} \times m_{\text{еріт.}} = 0.3532 \times 450 = 158.53 \text{ г} \quad \text{(2 ұпай)}$$

Сүзгіде қалған HCO_2Na тұнбасының массасын x деп алайық. Онда сүзілген ерітіндіде қалған тұздың массасын $158,53 - x$ түрінде көрсетуге болады. Өйткені тұнба ерітіндінің құрамына кірмейді. Онда оның массасы ерітіндінің массасына кірмейді, яғни ерітіндінің массасы да x г -ға кемиді. Осыдан 25°C кезінде қаныққан ерітіндінің теңдеуін аламыз:

$$0.3174 = \frac{158.93 - x}{450 - x}, \quad \text{осыдан} \quad x = 23.58 \text{ г} \quad \text{(3 ұпай)}$$

Осылайша, сүзілген ерітіндіде $158.93 - 23.58 = 135.35$ г натрий формиат қалды.

HCO_2Na -ның концентрациясын есептейміз:

$$c_{\text{HCO}_2\text{Na}} = \frac{n_{\text{HCO}_2\text{Na}}}{V_{\text{еріт.}}} = \frac{m_{\text{HCO}_2\text{Na}} \times \rho_{\text{еріт.}}}{M_{\text{HCO}_2\text{Na}} \times m_{\text{еріт.}}} = \frac{135.35 \times 1.15 \times 1000}{68.01 \times (450 - 23.58)} = 5.37 \text{ моль л}^{-1}$$

Натрий форматы суда жақсы ериді және оның құрамына тек бір HCO_2^- анионы кіреді, онда $c_{\text{HCO}_2^-}$ мәні $c_{\text{HCO}_2\text{Na}}$ -ға тең. Бұл анион әлсіз құмырсқа қышқылдың анионы болып табылады, және сулы ерітіндіде мына тепе-теңдікке болады:



Бұл процестің тепе-теңдік константасы құмырсқа қышқылының K_b -на тең.

K_a мен K_b былай байланысқан: $pK_a + pK_b = 14$

Бұдан $pK_b = 14 - pK_a = 14 - 3.75 = 10.25$ Тепе-теңдікте $c_{\text{HCO}_2^-}$ x -ке азаяды, онда $c_{\text{HCO}_2\text{H}}$ және c_{OH^-} мөлшерлері x -ке өседі.

K_b мәнін x арқылы өрнектейміз. Сонда:

$$K_b = \frac{[\text{HCO}_2\text{H}][\text{OH}^-]}{[\text{HCO}_2^-]} = \frac{x \times x}{5.37 - x} = 10^{-10.25} \quad \text{(2 ұпай)}$$

осыдан $x = 1.73 \times 10^{-5}$ моль л⁻¹ табылады. Енді $[H^+]$ -ті табайық :

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{1.73 \times 10^{-5}} = 5.78 \times 10^{-10} \text{ моль л}^{-1} \quad (2 \text{ ұпай})$$

Осыдан

$$pH = -\log[H^+] = -\log(5.78e - 10) = 9.24 \quad (3 \text{ ұпай})$$

№4 Есеп. Фосфор галогениді

Автор: Загрибельный Б.

4.1 (16 балл)

Есеп шарты бойынша **Ф** заты - бинарлы қосылыс, яғни оны P_xHal_y деп белгілеуге болады. Мұндай қосылыстардың газ тәріздес күйінде гидролизі кезінде галогенсутек $HHal$ бөлінетіндіктен, оны натрий гидроксиді ерітіндісі арқылы өткізгенде ерітіндіде галогенид иондары пайда болады.

Галогенид-иондарды анықтаудың бір жолы – күміс нитратының қышқылдандырылған ерітіндісімен реакциясы. **Б** ақ ірімшік тәрізді тұнбасы күміс хлориді болып табылады, онда бастапқы зат фосфор хлоридтерінің P_xCl_y біреуі. (**Б** затын дұрыс анықтағаны үшін **1 балл**, **Ф** фосфор хлоридін дұрыс анықтағаны үшін **1 балл** беріледі) Күміс хлориді затының мөлшері мынаған тең: $\frac{2.15 \text{ г}}{143.32 \text{ г моль}^{-1}} = 0.015$ моль. (Күміс хлоридінің зат мөлшерін есептегені үшін **1 балл** беріледі)

1 моль P_xCl_y гидролизі кезінде барлық хлор y моль хлорид иондарына өтеді. Сонымен P_xCl_y затының мөлшері $0,015/y$ моль болады. Онда P_xCl_y -ның молярлық массасы былай есептеледі:

$$31.0x + 35.5y = M(P_xCl_y)$$

Массасы арқылы зат мөлшерін есептейміз:

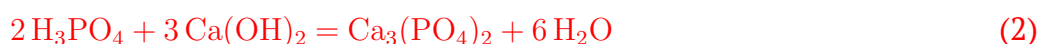
$$M(P_xCl_y) = \frac{0.625 \text{ г}}{0.015/y \text{ моль}} = 41.7y \text{ г моль}^{-1} \quad (7)$$

Екі теңдеуді теңестіріп, мынаны аламыз:

$$31.0x + 35.5y = 41.7y \quad (1)$$

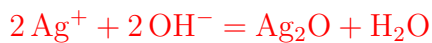
$$y = 5x \quad (2)$$

Есеп шарты бойынша **Ф** құрамындағы атомдар саны 7-ден аспайды, яғни y және x үшін бір ғана мән сәйкес келеді: $y = 5, x = 1$, яғни **Ф** - фосфор пентахлориді PCl_5 . (**Ф** формуласы үшін **3 балл** беріледі) PCl_5 гидролизі нәтижесінде хлорсутек (**А** газ үшін **1 балл**) және фосфор қышқылы түзіледі. Қайнау кезінде фосфор қышқылы ерітіндіде қалады, ал хлорсутек ұшып кетеді. Реакция теңдеулері (әрбір дұрыс теңдеу үшін **1 балл**, барлығы үшін **5 балл** беріледі):



Есептеу арқылы 465 мг массасы арқылы **Б** заты $Ca_3(PO_4)_2$ екенін көрсетуге болады (**1 балл**). Дегенмен, мұны есептеу жүргізбей-ақ, химиялық логика

мен процестердің сипаттамасынан шығаруға болады. Егер ерітіндіге хлорид ионын анықтау үшін қышқыл қосылмаса, онда күміс оксидінің (I) тұнбаға түсу мүмкіндігі бар.



Азот қышқылы бұл жерде өте оңтайлы, өйткені күміс нитраты суда жақсы ериді. (Күміс(I) оксидінің тұнбаға түсу мүмкіндігін көрсететін дәлелді түсініктеме үшін **2 балл** беріледі) Б затын құм мен көмір қосып қыздыру кезіндегі реакция теңдеуі (коэффициенттері бар реакция теңдеуі үшін **1 балл**, ал реакция теңестірілмеген жағдайда 0,3 балл беріледі):



№5 Есеп. Габер-Бош процесі

Автор: Мельниченко Д.

5.1 (2 ұпай)

- Қысымның жоғарылауы тепе-теңдікті аммиак түзілуіне қарай ығыстырады (оңға).
- Температураны төмендету тепе-теңдікті реагенттер жағына қарай (солға) жылжытады, өйткені тура реакция - экзотермиялық.
- Катализаторды енгізу тепе-теңдік ығысуына әсер етпейді, тек оның басталу процесін тездетеді.
- Артық сутегінің қосылуы тепе-теңдікті аммиак түзілуіне қарай жылжытады (оңға).

Әрбір дұрыс жауап үшін 0,5 балл

5.2 (3 ұпай)

Азоттың массалық үлесін оның мольдік үлесімен өрнектейміз:

$$\begin{aligned}\omega_{N_2} &= \frac{m_{N_2}}{m_{N_2} + m_{H_2}} = \frac{M_{N_2}n_{N_2}}{M_{N_2}n_{N_2} + M_{H_2}n_{H_2}} \\ &= \frac{M_{N_2}n_{tot}\chi_{N_2}}{M_{N_2}n_{tot}\chi_{N_2} + M_{H_2}n_{tot}(1 - \chi_{N_2})} = \frac{M_{N_2}\chi_{N_2}}{M_{N_2}\chi_{N_2} + M_{H_2}(1 - \chi_{N_2})} \\ \chi_{N_2} &= \frac{\omega_{N_2}M_{H_2}}{\omega_{N_2}M_{H_2} - \omega_{N_2}M_{N_2} + M_{N_2}}\end{aligned}$$

Осы өрнектен есептесек, азоттың молярлық үлесі 50% болады. Осыдан екі газдың парциалды қысымдары 500 Торр-ға тең.

Өрнекті шығарғаны үшін – 2 балл. Мольдік үлесі пен парциалды қысым үшін - әрқайсысы 0,5 балл беріледі.

5.3 (4 ұпай)

Бұл есепті шешу үшін идеал газ теңдеулеріне сүйенеміз:

$$P_1V = n_{tot,1}RT$$

$$P_2V = n_{tot,2}RT$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

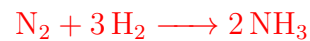
$$P_1 = 1000 \text{ торр} = 133\,321.99 \text{ Па}$$

$$P_2 = 800 \text{ торр} = 106\,657.59 \text{ Па}$$

$$T = 30^\circ\text{C} = 303.15$$

$$n_{tot,1} = \frac{133\,321.99 \text{ Па} \times 0.0002 \text{ м}^3}{8.314 \text{ м}^3\text{Па/К/моль} \times 303.15} = 0.0106 \text{ моль}$$

$$n_{tot,2} = 0.00846 \text{ моль}$$



	N_2	H_2	NH_3
дейін	0.0053	0.0053	0
өзгеріс	$-x$	$-3x$	$+2x$
кейін	$0.0053 - x$	$0.0053 - 3x$	$2x$

Бұдан:

$$0.0053 - x + 0.0053 - 3x + 2x = 0.00846$$

$$0.0106 - 2x = 0.00846$$

$$x = 0.00107$$

Содан кейін, бізде соңғы қоспада: 0.00214 моль NH_3 , 0.00423 моль N_2 и 0.00209 моль H_2 . Соңғы қоспадағы аммиактың парциалды қысымы 202.36 торр-ға тең.

Есептік негіздеу үшін 2 балл беріледі.

Моль бойынша дұрыс жауап үшін 1 балл.

Парциалды қысымды дұрыс есептегені үшін 1 балл беріледі (жауап Паскальмен де, кез келген басқа қысым бірлігінде де қабылданады)

5.4 (5 ұпай)

303,15 К-де газдардың парциалды қысымдары мынаған тең:

$$P_{\text{NH}_3} = 202 \text{ торр} = 0.2657 \text{ атм}$$

$$P_{\text{N}_2} = 400 \text{ торр} = 0.5263 \text{ атм}$$

$$P_{\text{H}_2} = 198 \text{ торр} = 0.2605 \text{ атм}$$

Салқындағаннан кейін бірден 303,15 К кезінде байқалатын тепе-теңдік константасы:

$$K_{303} = \frac{0.2657^2}{0.5263 \times 0.2605^3} = 7.5879$$

723,15 К-де тепе-теңдік константасын есептеу үшін 303 К-де қысымдағы барлық қысымды 723 К-де қысымға айналдыру керек:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$P_2 = P_1 \frac{T_2}{T_1}$$

$$P_{\text{NH}_3} = 0.6354 \text{ атм}$$

$$P_{\text{N}_2} = 1.2589 \text{ атм}$$

$$P_{\text{H}_2} = 0.6232 \text{ атм}$$

Сонда 723,15 К -дегі тепе-теңдік константасы:

$$K_{723} = \frac{0.6354^2}{1.2589 \times 0.6232^3} = 1.3231$$

Әрбір тепе-теңдік тұрақтысы үшін 2,5 балл беріледі. Егер есептеу атм-дан басқа өлшем бірлігінде жүргізілген болса, онда пункт үшін 0 балл беріледі.

5.5 (2 ұпай)

Бұл жағдайда реакцияның өздігінен жүруін анықтауда энтропия факторы маңызды рөл атқарады. Реакция кезінде молекулалар саны азаяды, демек $\Delta_r S < 0$.

1																	18
¹ H 1.008	2											13	14	15	16	17	² He 4.003
³ Li 6.94	⁴ Be 9.01											⁵ B 10.81	⁶ C 12.01	⁷ N 14.01	⁸ O 16.00	⁹ F 19.00	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 9-класса.

Содержание

Предисловие	3
Задача №1. Химия ракушки (10%)	4
Задача №2. АБВГДейка (14%)	5
Задача №3. Муравьиный фреш (14%)	7
Задача №4. Галогенид фосфора (16%)	9
Задача №5. Процесс Габера-Боша (16%)	11

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**. Особенно 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. Химия ракушки

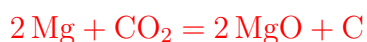
Автор: Мадиева М.

1.1 (5 баллов)

Раковины морских моллюсков (ракушки) в основном состоят из арагонита CaCO_3 и органической части. Ракушки бурно растворяются в кислотах с выделением углекислого газа:



Магний - активный металл, поэтому он сгорает в атмосфере CO_2 :



Черный осадок - это образовавшийся уголь.

По 2.5 балла за правильные уравнения.

1.2 (5 баллов)

Определяем количество образовавшегося угля (1 балл):

$$\nu(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{1.76 \text{ г}}{12.01 \text{ г моль}^{-1}} = 0.15 \text{ моль}$$

Количество исходного карбоната кальция равно количеству угля (1 балл):

$$\nu(\text{CaCO}_3) = \nu(\text{C}) = 0.15 \text{ моль}$$

Находим массу арагонита и его содержание в ракушке (по 1.5 балла, суммарно 3 балла):

$$m(\text{CaCO}_3) = \nu(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 0.15 \cdot 100.09 = 15.01 \text{ г}$$

$$w(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{ракушки})} = \frac{15.01 \text{ г}}{15.57 \text{ г}} \cdot 100\% = 96.40\%$$

Задача №2. АБВГДейка

Автор: Мужубаев А.

2.1 (14 баллов)

Стоит решать задачу с оксида **G**, ведь владея информацией о массовой доле кислорода можно понять об оксиде какого элемента идет речь. Переберем все возможные варианты. В общем виде, формула оксида выглядит так - E_2O_x . Исходя из этого, можно составить уравнение:

$$\frac{16x}{16x + 2E} = 0.6895 \quad (1)$$

$$16x = 0.6895(16x + 2E) \quad (2)$$

$$E = 3.5968x \quad (3)$$

При переборе значений получаем следующую картину:

x	E (г/моль)
1	3.59
2	7.19 (\approx Li)
3	10.79 (B)
4	14.38 (\approx N)
5	17.98
6	21.58
7	25.17

Как видим, при значении $x = 3$, молярная масса элемента в точности соответствует молярной массе бора. Тогда, оксид **G** - B_2O_3 . Несложно догадаться, что кислота, получающаяся гидролизом этого оксида – борная кислота. Таким образом, **F** - H_3BO_3 .

Напишем реакции в 1 и 2 в общем виде: $A + B \longrightarrow D$ и $A + C \longrightarrow E$. Если вещество **D** бинарно, то либо **A**, либо **B**, либо оба из них содержат в себе бор. Однако, двухатомного газа с бором в составе нет, откуда можно сделать вывод о том, что **A** – бор. Тогда, **B** тоже является простым веществом.

Теперь, поработаем с условием о молярной массе. Составим уравнения из количественных данных:

$$M_D - M_E = 49.36 \quad (1)$$

$$\frac{M_D}{M_E} = 1.727 \quad (2)$$

$$0.727M_E = 49.36 \quad (3)$$

$$M_E = 67.9 \text{ г моль}^{-1} \quad (4)$$

Соединение **E** состоит из бора и еще одного элемента, при этом содержит в себе 4 атома. Обозначив неизвестный элемент как **X**, можно записать 3 формулы: BX_3 , B_2X_2 , B_3X . Проверим, какие молярные массы для **X** мы получим во всех трех случаях.

BX_3	19.03 г моль ⁻¹ (F)
B_2X_2	23.14 г моль ⁻¹ (Na)
B_3X	35.5 г моль ⁻¹ (Cl)

Из получившихся вариантов, только первое вещество валидно. Получаем, что **E** - BF_3 . Тогда, очевидно, двухатомный газ **C** - F_2 . Проведем аналогичные операции для вещества **D**.

$$M_D = 67.9 + 49.36 = 117.26 \text{ г моль}^{-1} \quad (1)$$

Обозначим неизвестный элемент в составе D как Y. Опять же, возможно три варианта: BY_3 , B_2Y_2 , B_3Y .

BY_3	35.45 г моль ⁻¹ (Cl)
B_2Y_2	47.79 г моль ⁻¹ (Ti)
B_3Y	84.77 г моль ⁻¹

В этом случае валиден первый вариант. Тогда, **D** - BCl_3 . Соответственно, **B** - Cl_2 . Уравнения реакций:



(6)

За уравнения (1)-(3) по 1 баллу, за уравнения (4)-(5) по 2 балла, всего 7 баллов. Формулы зашифрованных веществ: **A**: B, **B**: Cl_2 , **C**: F_2 , **D**: BCl_3 , **E**: BF_3 , **F**: H_3BO_3 , **G**: B_2O_3 . За каждое вещество по 1 баллу, всего 7 баллов. Итого 14 баллов за задачу.

Задача №3. Муравьиный фреш

Автор: Касьянов А.

3.1 (14 баллов)

При охлаждении насыщенных растворов солей до T_2 в осадок выпадает избыточное для насыщенного при T_2 раствора количество соли.

Для начала вычислим массовые доли формиата натрия в насыщенных при 60°C и 20°C растворах. Известно, что масса 1 л воды составляет 1000г.

Таким образом, при 60°C :

$$\omega_{\text{HCO}_2\text{Na}} = \frac{546}{1000 + 546} = \frac{546}{1546} = 0.3532 = 35.32\%$$

при 20°C :

$$\omega_{\text{HCO}_2\text{Na}} = \frac{465}{1000 + 465} = \frac{465}{1465} = 0.3174 = 31.74\%$$

Найдём массу HCO_2Na в первом растворе при 60°C :

$$m_{\text{HCO}_2\text{Na}} = \omega_{\text{HCO}_2\text{Na}} \times m_{\text{р-ра}} = 0.3532 \times 450 = 158.53 \text{ г} \quad \text{(2 балла)}$$

Примем массу осадка HCO_2Na , оставшегося в фильтре, за x . Массу соли, оставшейся в отфильтрованном растворе, можно выразить как $158.53 - x$. Т.к. осадок не является частью раствора, то его масса не входит в массу раствора, т.е. масса раствора так же уменьшается на x г. Таким образом получаем уравнение для насыщенного раствора при 25°C :

$$0.3174 = \frac{158.93 - x}{450 - x}, \quad \text{откуда} \quad x = 23.58 \text{ г} \quad \text{(3 балла)}$$

Таким образом, в отфильтрованном растворе осталось $158.93 - 23.58 = 135.35$ г формиата натрия.

Вычислим концентрацию HCO_2Na :

$$c_{\text{HCO}_2\text{Na}} = \frac{n_{\text{HCO}_2\text{Na}}}{V_{\text{р-ра}}} = \frac{m_{\text{HCO}_2\text{Na}} \times \rho_{\text{р-ра}}}{M_{\text{HCO}_2\text{Na}} \times m_{\text{р-ра}}} = \frac{135.35 \times 1.15 \times 1000}{68.01 \times (450 - 23.58)} = 5.37 \text{ моль л}^{-1}$$

Т.к. формиат натрия хорошо растворим в воде и в его состав входит лишь один анион HCO_2^- , то $c_{\text{HCO}_2^-}$ равна $c_{\text{HCO}_2\text{Na}}$. Этот анион, т.к. является анионом слабой (муравьиной) кислоты, в водном растворе вступает в следующее равновесие:



Константа равновесия этого процесса является K_b муравьиной кислоты.

K_a и K_b связаны следующим выражением: $pK_a + pK_b = 14$

отсюда найдём $pK_b = 14 - pK_a = 14 - 3.75 = 10.25$

Примем, что при достижении равновесия $c_{\text{HCO}_2^-}$ уменьшилась на x , тогда $c_{\text{HCO}_2\text{H}}$ и c_{OH^-} увеличились на x .

Запишем выражение для K_b через x . Получим следующее уравнение:

$$K_b = \frac{[\text{HCO}_2\text{H}][\text{OH}^-]}{[\text{HCO}_2^-]} = \frac{x \times x}{5.37 - x} = 10^{-10.25} \quad \text{(2 балла)}$$

из которого находим $x = 1.73 \times 10^{-5}$ моль л⁻¹. Найдём $[\text{H}^+]$:

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{1.73 \times 10^{-5}} = 5.78 \times 10^{-10} \text{ моль л}^{-1} \quad \text{(2 балла)}$$

Отсюда

$$pH = -\log[\text{H}^+] = -\log(5.78e - 10) = 9.24 \quad \text{(3 балла)}$$

Задача №4. Галогенид фосфора

Автор: Загрибельный Б.

4.1 (16 баллов)

Согласно условию задачи **Ф** – бинарное соединение, значит его можно обозначить как P_xNaCl_y . Поскольку при гидролизе такого рода соединений в газообразном виде выделяется галогеноводород $HNaCl$, то при улавливании его растворов гидроксида натрия в растворе будут наблюдаться галогенид-ионы. Стандартная проба на галогенид-ионы – реакция с подкисленным раствором нитратом серебра. Белый творожистый осадок **В** – это хлорид серебра, значит, исходный галогенид – это какой-то из хлоридов фосфора P_xCl_y . (1 балл за определение **В**, 1 балл за объявление **Ф** неким хлоридом фосфора)

Количество вещества хлорида серебра равно $\frac{2.15 \text{ г}}{143.32 \text{ г моль}^{-1}} = 0.015 \text{ моль}$. (1 балл за расчет количества вещества хлорида серебра)

При гидролизе 1 моль P_xCl_y весь хлор переходит в y моль хлорид-ионов. Таким образом количество вещества P_xCl_y – $0.015/y$ моль. По определению молярная масса P_xCl_y вычисляется как:

$$31.0x + 35.5y = M(P_xCl_y)$$

А исходя из массы и количества вещества:

$$M(P_xCl_y) = \frac{0.625 \text{ г}}{0.015/y \text{ моль}} = 41.7y \text{ г моль}^{-1} \quad (7)$$

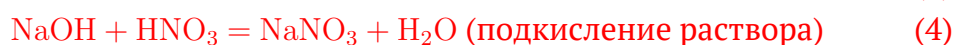
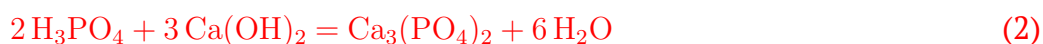
Сводим оба уравнения воедино и получаем:

$$31.0x + 35.5y = 41.7y \quad (1)$$

$$y = 5x \quad (2)$$

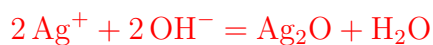
По условию **Ф** содержит не более 7 атомов, значит вариантов для y и x не так и много, да и вообще всего один: $y = 5$, $x = 1$, значит **Ф** – это пентахлорид фосфора PCl_5 . (3 балла за вывод формулы **Ф**)

При гидролизе PCl_5 образуется хлороводород (газ **А**, 1 балл) и фосфорная кислота, причём при кипячении фосфорная кислота остается в растворе, а хлороводород отгоняется. Уравнения реакций (По 1 баллу за каждое правильное уравнение, итого 5 баллов):



Формальным расчётом, исходя из массы 465 мг, можно показать, что вещество **Б** – это $Ca_3(PO_4)_2$ (1 балл). Однако, это можно и не делать, и исходить из химической логики и описаний процессов.

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



Азотная кислота лучше всего подходит, поскольку нитрат серебра хорошо растворим в воде. (**2 балла** за аргументированное объяснение с указанием возможности выпадения окиси серебра (I) в осадок)

Уравнение реакции Б с песком и углём при прокаливании (**1 балл** за уравнение реакции с коэффициентами, 0.3 балла если реакция не уравнена):



Задача №5. Процесс Габера-Боша

Автор: Мельниченко Д.

5.1 (2 балла)

- Повышение давления смещает равновесия в сторону образования аммиака (вправо).
- Понижение температуры смещает равновесие в сторону реагентов (влево), так как прямая реакция экзотермическая.
- Внесение катализатора не влияет на смещение равновесия, а лишь ускоряет процесс его наступления.
- Добавление избытка водорода смещает равновесие в сторону образования аммиака (вправо).

За каждый верный ответ по 0.5 балла

5.2 (3 балла)

Выразим массовую долю азота через его мольную долю:

$$\begin{aligned}\omega_{\text{N}_2} &= \frac{m_{\text{N}_2}}{m_{\text{N}_2} + m_{\text{H}_2}} = \frac{M_{\text{N}_2} n_{\text{N}_2}}{M_{\text{N}_2} n_{\text{N}_2} + M_{\text{H}_2} n_{\text{H}_2}} \\ &= \frac{M_{\text{N}_2} n_{\text{tot}} \chi_{\text{N}_2}}{M_{\text{N}_2} n_{\text{tot}} \chi_{\text{N}_2} + M_{\text{H}_2} n_{\text{tot}} (1 - \chi_{\text{N}_2})} = \frac{M_{\text{N}_2} \chi_{\text{N}_2}}{M_{\text{N}_2} \chi_{\text{N}_2} + M_{\text{H}_2} (1 - \chi_{\text{N}_2})} \\ \chi_{\text{N}_2} &= \frac{\omega_{\text{N}_2} M_{\text{H}_2}}{\omega_{\text{N}_2} M_{\text{H}_2} - \omega_{\text{N}_2} M_{\text{N}_2} + M_{\text{N}_2}}\end{aligned}$$

Вычислив по этому выражению, получаем, что мольная доля азота 50%.

Тогда, парциальные давления обоих газов равны 500 Торр.

За вывод выражения - 2 балла. За мольную долю и парциальные давления - по 0.5 балла.

5.3 (4 балла)

Для решения данной задачи опираемся на уравнения идеального газа:

$$P_1 V = n_{\text{tot},1} RT$$

$$P_2 V = n_{\text{tot},2} RT$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

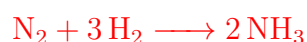
$$P_1 = 1000 \text{ торр} = 133\,321.99 \text{ Па}$$

$$P_2 = 800 \text{ торр} = 106\,657.59 \text{ Па}$$

$$T = 30^\circ\text{C} = 303.15$$

$$n_{tot,1} = \frac{133\,321.99 \text{ Па} \times 0.0002 \text{ м}^3}{8.314 \text{ м}^3\text{Па/К/моль} \times 303.15} = 0.0106 \text{ моль}$$

$$n_{tot,2} = 0.00846 \text{ моль}$$



	N_2	H_2	NH_3
до	0.0053	0.0053	0
изменение	$-x$	$-3x$	$+2x$
после	$0.0053 - x$	$0.0053 - 3x$	$2x$

Отсюда следует следующее выражение:

$$0.0053 - x + 0.0053 - 3x + 2x = 0.00846$$

$$0.0106 - 2x = 0.00846$$

$$x = 0.00107$$

Тогда, в конечной смеси мы имеем: 0.00214 моль NH_3 , 0.00423 моль N_2 и 0.00209 моль H_2 . Парциальное давление аммиака в конечной смеси равно 202.36 торр.

2 балла за вычислительное обоснование.

1 балл за верный ответ в молях.

1 балл за верный расчет парциального давления (ответ принимается и в Паскалях, и в любой другой единице измерения давления)

5.4 (5 баллов)

Парциальные давления газов при 303.15 К:

$$P_{\text{NH}_3} = 202 \text{ торр} = 0.2657 \text{ атм}$$

$$P_{\text{N}_2} = 400 \text{ торр} = 0.5263 \text{ атм}$$

$$P_{\text{H}_2} = 198 \text{ торр} = 0.2605 \text{ атм}$$

Тогда наблюдаемая константа равновесия при 303.15 К сразу после охлаждения равна:

$$K_{303} = \frac{0.2657^2}{0.5263 \times 0.2605^3} = 7.5879$$

Для расчета константа равновесия при 723.15 К необходимо конвертировать все давления при 303 К в давления при 723 К:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$P_2 = P_1 \frac{T_2}{T_1}$$

$$P_{\text{NH}_3} = 0.6354 \text{ атм}$$

$$P_{\text{N}_2} = 1.2589 \text{ атм}$$

$$P_{\text{H}_2} = 0.6232 \text{ атм}$$

Тогда константа равновесия при 723.15 К:

$$K_{723} = \frac{0.6354^2}{1.2589 \times 0.6232^3} = 1.3231$$

По 2.5 балла за каждую константу равновесия. Если расчет производился в единице измерения отличной от атм, то за пункт выдается ноль баллов.

5.5 (2 балла)

В данном случае важную роль в определении самопроизвольности реакции играет энтропийный фактор. В ходе реакции число молекул убывает, значит $\Delta_r S < 0$.