

Республиканская олимпиада по химии 2021

Заключительный этап I-тур

РЕШЕНИЕ

9 класс

Рекомендуемый список литературы:

Ниже предлагаем список литературы, рекомендуемый для подготовки к республиканской олимпиаде:

Для подготовки к задачам по физической химии:

- В. В. Еремин. Теоретическая и математическая химия. 978-5-4439-0151-0
- P. Atkins, J. de Paula. Elements of Physical Chemistry. 978-0198796701

Для подготовки к задачам по органической химии:

- J. E. McMurry. Organic Chemistry. 978-1305080485
- J. Clayden, N. Greeves, S. Warren. Organic Chemistry. 978-0199270293

Для подготовки к задачам по аналитической химии:

- Основы аналитической химии. Под редакцией Ю.А. Золотова (Том 1, 2)
- Алексеев. Количественный анализ
- D.C. Harris, Quantitative Chemical Analysis. 978-1464135385

Для подготовки к задачам по общей и неорганической химии:

- C. E. Housecroft, A. G. Sharpe. Inorganic Chemistry. 978-1292134147

Для закрепления рекомендуем решать задания прошлых лет Международной Менделеевской олимпиады. Их можно найти на сайте химического факультета МГУ

- <http://www.chem.msu.su/rus/olimp/welcome.html>

Задачи прошлых республиканских и областных олимпиад можно найти:

- На официальном ресурсе РНПЦ Дарын: <https://t.me/kazolympbot>

Также рекомендуем ознакомиться с задачами Международных Химических Олимпиад (IChO). Их, как правило, можно найти на сайте олимпиады. Например, можете посетить сайт IChO 2021:

- <https://www.icho2021.org/problems/>

Более подробный план подготовки, советы олимпийцев прошлых лет и другие олимпиадные задачи можно найти на сайте, посвященном олимпиадам в РК:

- <https://olympiads.bc-pf.org>

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021
Комплект решений I-тура для 9 класса (kazolymp.kz)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----|----|------------------|
| 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 - |

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021
Комплект решений I-тура для 9 класса (kazolymp.kz)

| РАСТВОРИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ (при t=25°C) И ИХ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ИЛИ ФОРМУЛЬНЫЕ МАССЫ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|---|------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------------|---|--|------------------------------------|------------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| АНИОНЫ \ КАТИОНЫ | | H ⁺ | NH ₄ ⁺ | Li ⁺ | Rb ⁺ | K ⁺ | Ba ²⁺ | Sr ²⁺ | Ca ²⁺ | Na ⁺ | Mg ²⁺ | Be ²⁺ | Al ³⁺ | Mn ²⁺ | Zn ²⁺ | Cr ²⁺ | Cr ³⁺ | Fe ²⁺ | Fe ³⁺ | Cd ²⁺ | Co ²⁺ | Co ³⁺ | Ni ²⁺ | Sn ²⁺ | Pb ²⁺ | Cu ²⁺ | Ag ⁺ | Hg ²⁺ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОН ⁻ | ГИДРОКСИД- | 18 | 35 | 24 | 102 | 56 | 171 | 122 | 74 | 40 | 58 | 43 | 78 | 89 | 99 | 86 | 103 | 90 | 107 | 146 | 93 | 110 | 93 | 153 | 241 | 98 | 125 | 235 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F ⁻ | ФТОРИД- | 20 | 37 | 26 | 104 | 58 | 175 | 126 | 78 | 42 | 62 | 47 | 84 | 93 | 103 | 90 | 109 | 94 | 113 | 150 | 97 | 116 | 97 | 157 | 245 | 102 | 127 | 238 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cl ⁻ | ХЛОРИД- | 36,5 | 53,5 | 42,5 | 121 | 74,5 | 208 | 159 | 111 | 58,5 | 95 | 80 | 133 | 126 | 136 | 123 | 158 | 127 | 162 | 183 | 130 | 165 | 130 | 190 | 278 | 134 | 143 | 272 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Br ⁻ | БРОМИД- | 81 | 98 | 87 | 165 | 119 | 297 | 247 | 200 | 103 | 184 | 169 | 267 | 215 | 225 | 212 | 292 | 216 | 296 | 272 | 219 | 299 | 219 | 279 | 367 | 223 | 188 | 360 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I ⁻ | ИОДИД- | 128 | 145 | 134 | 212 | 166 | 391 | 341 | 294 | 150 | 278 | 263 | 408 | 309 | 319 | 306 | 433 | 310 | ? | 366 | 313 | 440 | 313 | 373 | 461 | 317 | 235 | 454 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S ²⁻ | СУЛЬФИД- | 34 | 68 | 46 | 203 | 110 | 169 | 120 | 72 | 78 | 56 | 41 | 150 | 87 | 97 | 84 | 200 | 88 | 208 | 144 | 91 | 214 | 91 | 151 | 239 | 96 | 248 | 233 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SO ₄ ²⁻ | СУЛЬФАТ- | 98 | 132 | 110 | 267 | 174 | 233 | 184 | 136 | 142 | 120 | 105 | 342 | 151 | 161 | 148 | 392 | 152 | 400 | 208 | 155 | 406 | 155 | 215 | 303 | 160 | 312 | 297 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HSO ₄ ⁻ | ГИДРОСУЛЬФАТ- | 98 | 115 | 104 | 182 | 136 | ? | 282 | ? | 120 | ? | ? | ? | 249 | 259 | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | ? | 401 | ? | 205 | ? | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SO ₃ ²⁻ | СУЛЬФИТ- | 82 | 116 | 94 | 251 | 158 | 217 | 168 | 120 | 126 | 104 | 89 | 294 | 135 | 145 | ? | 344 | 136 | ? | 192 | 139 | ? | 139 | 199 | 287 | 144 | 296 | 281 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ClO ₄ ⁻ | ПЕРХЛОРАТ- | 100 | 117 | 106 | 185 | 138 | 336 | 287 | 239 | 122 | 223 | 208 | 325 | 254 | 264 | 251 | 350 | 255 | 354 | 311 | 258 | 357 | 258 | ? | 406 | 262 | 207 | 400 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ClO ₃ ⁻ | ХЛОРАТ- | 84 | 101 | 90 | 169 | 122 | 304 | 255 | 207 | 106 | 191 | 176 | 277 | 222 | 232 | ? | 302 | ? | ? | 279 | 226 | ? | 226 | ? | 374 | 230 | 191 | 368 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NO ₃ ⁻ | НИТРАТ- | 63 | 80 | 69 | 147 | 101 | 261 | 212 | 164 | 85 | 148 | 133 | 213 | 179 | 189 | ? | 238 | 180 | 242 | 236 | 183 | 245 | 183 | 243 | 331 | 188 | 170 | 325 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NO ₂ ⁻ | НИТРИТ- | 47 | 64 | 53 | 131 | 85 | 229 | 180 | 132 | 69 | 116 | 101 | ? | 147 | 157 | ? | ? | ? | ? | ? | 151 | ? | 151 | ? | 299 | 156 | 154 | 293 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PO ₄ ³⁻ | (ОРТО)ФОСФАТ- | 98 | 149 | 116 | 351 | 212 | 602 | 453 | 310 | 164 | 263 | 217 | 122 | 355 | 386 | 346 | 147 | 357 | 151 | 527 | 367 | ? | 366 | 546 | 812 | 381 | 419 | 792 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HPO ₄ ²⁻ | ГИДРОФОСФАТ- | 98 | 132 | ? | 267 | 174 | 233 | 184 | 136 | 142 | 120 | 105 | 342 | 151 | 161 | ? | 392 | 152 | ? | ? | 155 | ? | ? | 215 | 303 | 160 | 312 | 297 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H ₂ PO ₄ ⁻ | ДИГИДРОФОСФАТ- | 98 | 115 | 104 | 182 | 136 | 331 | 282 | 234 | 120 | 218 | 203 | 318 | 249 | 259 | ? | ? | 250 | ? | 306 | ? | ? | ? | 313 | 401 | ? | 205 | 395 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CH ₃ COO ⁻ | АЦЕТАТ- | 60 | 77 | 66 | 144 | 98 | 255 | 206 | 158 | 82 | 142 | 127 | 204 | 173 | 183 | 170 | 229 | 174 | 233 | 230 | 177 | 236 | 177 | 237 | 325 | 182 | 167 | 319 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cr ₂ O ₇ ²⁻ | ДИХРОМАТ- | 218 | 252 | 230 | 387 | 294 | 353 | 304 | 256 | 262 | 240 | 225 | ? | ? | 335 | ? | ? | 272 | 760 | ? | ? | ? | ? | 335 | 423 | 280 | 432 | 417 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CrO ₄ ²⁻ | ХРОМАТ- | 118 | 152 | 130 | 287 | 194 | 253 | 204 | 156 | 162 | 140 | 125 | ? | 171 | 181 | ? | ? | ? | 460 | 228 | 175 | ? | 175 | 235 | 323 | 180 | 332 | 317 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MnO ₄ ⁻ | ПЕРМАНГНАТ- | 120 | 137 | 126 | 204 | 158 | 375 | 326 | 278 | 142 | 262 | 247 | 384 | ? | 303 | ? | ? | ? | ? | 350 | ? | ? | ? | 297 | ? | ? | ? | 227 | ? | | | | | | | | | | | | | | | |
| CO ₃ ²⁻ | КАРБОНАТ- | 62 | 96 | 74 | 231 | 138 | 197 | 148 | 100 | 106 | 84 | 69 | ? | 115 | 125 | 112 | 284 | 116 | 292 | 172 | 119 | 298 | 119 | 179 | 267 | 124 | 276 | 261 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HCO ₃ ⁻ | ГИДРОКАРБОНАТ- | 62 | 79 | 68 | 146 | 100 | 259 | 210 | 162 | 84 | 146 | ? | ? | ? | 187 | 174 | 235 | 178 | ? | 234 | ? | ? | 181 | ? | 329 | ? | 169 | ? | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO ₃ ²⁻ | (МЕТА)СИЛИКАТ- | 78 | ? | 90 | 247 | 154 | 213 | 164 | 116 | 122 | 100 | 85 | 282 | 131 | 141 | ? | 332 | 132 | 340 | 189 | ? | ? | ? | 195 | 283 | 140 | 292 | 277 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ | | РАСТВОРЯЕТСЯ (>1 г на 100 г воды) | | | | | | | | | | НЕ РАСТВОРЯЕТСЯ (<0,1 г на 100 г воды) | | | | | | | | | | 249 | НЕТ ДАННЫХ О РАСТВОРИМОСТИ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| РАДИКАЛЫ | | МАЛО РАСТВОРЯЕТСЯ (от 0,1 г до 1 г на 100 г воды) | | | | | | | | | | РАЗЛАГАЕТСЯ В ВОДЕ | | | | | | | | | | ? | НЕТ ДАННЫХ О СУЩЕСТВОВАНИИ ВЕЩЕСТВА | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| РАДИКАЛЫ | | ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ | | | | | | | | | | РЯД ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | -H | -Cl | -Br | -OH | -NO ₂ | -NH ₂ | -CHO | -COOH | -C ₆ H ₅ | эл-ты | Cs | K | Ba | Sr | Na | Ca | Li | Mg | Cd | Ag | Zn | Cu | Be | Hg | Al | Pb | Sn | Au | Si | B | As | P | H | Cr | S | Mn | C | I | Br | N | Cl | O | F |
| CH ₃ - | МЕТИЛ- | 16 | 50 | 95 | 32 | 61 | 31 | 44 | 60 | 92 | χ | 0,63 | 0,69 | 0,72 | 0,80 | 0,82 | 0,86 | 0,86 | 1,08 | 1,1 | 2,21 | 2,81 | 2,91 | 3,11 | 3,51 | 4,31 | 5,71 | 6,31 | 6,61 | 8,21 | 8,61 | 9,21 | 9,82 | 0,72 | 2,72 | 4,12 | 4,52 | 5,02 | 5,82 | 6,02 | 8,22 | 8,63 | 9,14 | 2,9 |
| C ₂ H ₅ - | ЭТИЛ- | 30 | 65 | 109 | 46 | 75 | 45 | 58 | 74 | 106 | Е _с | 46 | 48 | 0 | 0 | 53 | 0 | 60 | 0 | 0 | 126 | 0 | 119 | 0 | 0 | 43 | 35 | 107 | 223 | 134 | 27 | 78 | 72 | 73 | 64 | 200 | 0 | 122 | 295 | 325 | 0 | 349 | 141 | 328 |
| C ₃ H ₇ - | ПРОПИЛ- | 44 | 79 | 123 | 60 | 89 | 59 | 72 | 88 | 120 | χ – ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ | | Составитель – Г.П. Лагеев; | | 129041, Москва, Проспект мира, д.68 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C ₄ H ₉ - | БУТИЛ- | 58 | 93 | 137 | 74 | 103 | 73 | 86 | 102 | 134 | по А.С.Поваренных (для углерода χ=2,5) | | © Составление, дизайн – | | ООО "Каллиграф", 2002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CH ₂ =CH- | ВИНИЛ- | 28 | 63 | 107 | - | 73 | 43 | 56 | 72 | 104 | Е _с – СРОДСТВО К ЭЛЕКТРОНУ, в дЖ/МОЛЬ | | Г.П. Лагеев, 1997 | | Подл. в печать 02.09.2002. Печать офс. Зак. 542 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C ₆ H ₅ - | ФЕНИЛ- | 78 | 113 | 157 | 94 | 123 | 93 | 106 | 122 | 154 | | | Компьютерный набор – Р.Р. Фейзулин | | Тип. "Р-Мастер". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CH ₃ CO- | АЦЕТИЛ- | 44 | 78 | 123 | 60 | 89 | 59 | 72 | 88 | 120 | | | | | Изд. 2*, испр. и доп. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Задача 1. АБВ

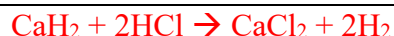
| Пункт | 1.1 | 1.2 | 1.3 | Всего | Вес |
|-------|-----|-----|-----|-------|-----|
| Макс. | 1.5 | 2 | 4.5 | 8 | 7 |
| | | | | | |

Смесь гидрида, фосфида, и сульфида кальция массой 10 грамм, растворили в избытке разбавленной соляной кислоты, в результате которой выделилось смесь трех газов, А, Б и В объемом 3,391 литров (н.у.). Так же известно, что газ А используется как топливо, а газ В имеет запах тухлых яиц. Смесь полученных газов пропустили через раствор гидроксида кальция и объем оставшихся газов составил 2,51 литров при 25 С, 740 мм. рт. ст.

1. Найдите газы А, Б, и В. (1.5 балла)

Газ А который используется как топливо, это очевидно – H_2 . Газ Б с запахом тухлых яиц это H_2S . В – PH_3 (0,5 балла * 3 = 1.5 балла)

2. Напишите уравнения всех реакции. (2 балла)



3. Найдите массовые доли компонентов в начальной смеси. (4.5 балла)

Возьмем моль каждого из компонентов как x , y , и z . Тогда моль водорода будет $2x$, моль фосфина будет $2y$, а также моль сероводорода z . После пропускания газов через раствор гидроксида кальция, остается смесь водорода и фосфина и объем этой смеси равняется $PV/RT=n$. Где $P=740/760=0.973$ атм. , $T=298K$, $V=2.51$ литров, а $R=0.082$.

Составим систему из трех уравнений:

$$42x + 182y + 72z = 10$$

$$2x + 2y + z = 0.1514$$

$$2x + 2y = 0.1$$

(2 балла за правильную систему уравнений)

$$x = 0.02 \text{ моль } CaH_2$$

$$y = 0.03 \text{ моль } Ca_3P_2$$

$$z = 0.0514 \text{ моль } CaS \quad (1 \text{ балл за правильные моли})$$

Ответ:

$$w(CaH_2) = [(0.02*42)/10]*100 = 8.4\% \quad (0.5 \text{ балла})$$

$$w(Ca_3P_2) = [(0.03*182)/10]*100 = 54.6\% \quad (0.5 \text{ балла})$$

$$w(\text{CaS}) = [(0.0514 \cdot 72) / 10] \cdot 100 = 37\% \quad (0.5 \text{ балла})$$

Задача 2. Каменный мир

| Пункт | 2.1 | 2.2 | 2.3 | Всего | Вес |
|-------|-----|-----|-----|-------|-----|
| Макс. | 1 | 8 | 4 | 13 | |
| | | | | | |

Доктор Стоун попал в каменный мир, где все люди планеты земли окаменели. Однако юный вундеркинд для того, чтобы оживить людей начал изготавливать “зелье оживления”. Для того, чтобы приготовить это зелье он нашёл твердое вещество **A** массой 11,37 г и пропустил его через хлорную трубку, изготовленную из бамбука и образовалась жидкость **B** с резким запахом. Во время реакции пошёл резкий дождь, образовавшаяся жидкость **B** среагировала с водой (предположить, что дождь – чистая вода) и образовалось исходное вещество **A** с массой 8,5275 г и смесь сильных кислот. При нагревании получившегося раствора выделяется газ **B** с плотностью по аргону 1,6. Также известно, что при поджигании с кислородом исходной навески вещества **A**, можно получить в 2.667 раза больше газа **B**, чем при нагревании продуктов реакции взаимодействия **B** с водой.

1. Вычислите молекулярную массу газа **B**. (1 балл)

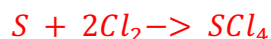
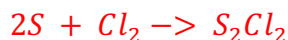
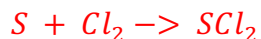
$$\text{Молекулярная масса газа } 1.6 \cdot 40 = 64 \text{ г/моль. (1 балл)}$$

2. Определите вещества **A**, **B**, **B**. (8 баллов)

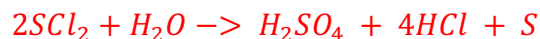
64 г/моль это соответствует молекулярной массе оксида серы (IV) - SO_2 , (2 балла)

тогда исходное соединение **A**, которое реагирует с хлором - сера. (2 балла)

Всевозможные реакций серы с хлором:



А при реакции жидкости **B** с водой:



Вещество **B** это не SCl_4 так как в условии сказано, что образовалась смесь сильных кислот, а H_2SO_3 это не сильная кислота.

Найдем начальное количество вещества:

$$n(S) = \frac{11.37}{32} = 0.3553 \text{ моль}$$

конечное количество вещества:

$$n(S) = \frac{8.5275}{32} = 0.266475 \text{ моль}$$

Если предположим, что Б у нас это - SCl_2 , тогда конечное количество серы = $0.3553 / 2 = 0.17765$ моль, что не соответствует нашим данным в условии.

А теперь рассмотрим второй вариант что Б – это S_2Cl_2 , тогда конечное количество серы = $0.3553 * 0.5 * 0.5 * 3 = 0.266475$ моль

По массовым/мольным соотношениям, мы находим что вещество Б это - S_2Cl_2

Находим соответствующие количества кислот:

$$n(H_2SO_4) = 0.3553/4 = 0.088825 \text{ моль}$$

$$n(HCl) = 0.3553 \text{ моль}$$

При нагревании раствора протекает реакция:

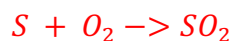


После реакции образовалось $(0.088825/2) * 3 = 0.1332375$ моль SO_2 , потому что серная кислота находилась в недостатке

А теперь найдем массу выделившегося SO_2 после реакции с кислотой:

$$m(SO_2) = 0.1332375 * 64 = 8.5272 \text{ г}$$

При поджигании с кислородом образуется SO_2 :



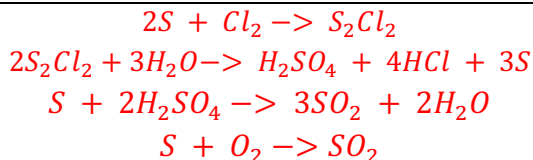
Находим массу SO_2 :

$$m(SO_2) = 0.3553 * 64 = 22.74 \text{ гр}$$

Теперь проверяем соотношение выделившегося SO_2 :

$$\text{соотношение} = (22.74/8.5272) = 2.666667. \text{ Все сходится}$$

3. Напишите уравнения всех реакции. (4 балла)



по 1 баллу за реакцию.

Задача 3

| Пункт | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | Всего | Вес |
|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| Макс. | 1 | 2 | 3 | 2 | 8 | |
| | | | | | | |

Юный химик Азамат нашел в лаборатории старую банку десяти летней давности с надписью $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$. Он решил проверить соответствует ли формула заданной на этикетке. Сначала он решил прокалить кристаллогидрат и узнать точное количество воды в нем. Но, после прокаливания, он удивился тем что вместо 10 молекул воды там было не целое количество H_2O . В результате прокаливания, масса навески уменьшилось на 62.15%.

1. Найдите точную формулу кристаллогидрата. (1 балл)



$$18x / (106 + 18x) = 0.6215$$

$$x = 9.67$$

Кристаллогидрат: $Na_2CO_3 \cdot 9.67H_2O$ (1 балл)

Далее, Азамат решил приготовить раствор карбоната натрия с точной концентрацией для дальнейших опытов. Сначала он растворил кристаллогидрат в воде и довел объем раствора до 250 мл. Он сразу же вспомнил то что карбонат натрия можно оттитровать с помощью соляной кислоты. На титрование 10 мл аликвоты потратилось 2.481 мл 2.3 М HCl.

2. Найдите точную массу кристаллогидрата, которую он использовал для титрования. (2 балла)



$$n(HCl) = 2.481 \cdot 10^{-3} \cdot 2.3 = 5.707 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$n(Na_2CO_3) = 5.707 \cdot 10^{-3} / 2 = 2.854 \cdot 10^{-3} \text{ моль в 10 мл аликвоты,}$$

(1 балла за правильное титрование)

$$\text{а в 250 мл } 2.854 \cdot 10^{-3} \cdot 25 = 0.07134 \text{ моль } Na_2CO_3.$$

$$m(Na_2CO_3 \cdot 9.67H_2O) = 280.06 \cdot 0.07134 = 19.98 \text{ г. (1 балл)}$$

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021
Комплект решений I-тура для 9 класса (kazolymp.kz)

Точно такую навеску кристаллогидрата он растворил в воде и довел объем до 200 мл, (плотность = 1.08г/мл). Потом он ровно поделил его на два стакана и поставил на чаши весов. В первый стакан он добавил 100 г 7% раствор сульфата меди, а во второй решил добавить 100 г 35% раствора сульфата алюминия. После всех реакций, твердые остатки отделили от раствора, прокалили и взвесили.

3. Найдите массовые доли веществ в обоих растворах и также количественно покажите какая чаша весов окажется тяжелее. (3 балла)

$$m(\text{CuSO}_4) = 100 \cdot 0.07 = 7 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 100 \cdot 0.35 = 35 \text{ г}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = 0.04375 \text{ моль}$$

$$n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 0.1023 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ в стакане}) = 0.07134/2 = 0.03567 \text{ моль}$$

$$m(\text{раствора Na}_2\text{CO}_3 \text{ в стакане}) = 200/2 \cdot 1.08 = 108 \text{ г.}$$

стакан 1:



$$m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 222 \cdot 0.03567/2 = 3.96 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) = 44 \cdot 0.03567/2 = 0.785 \text{ г}$$

$$m_{\text{к}} = 100 + 108 - 3.96 - 0.785 = 203.255 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0.03567 \cdot 142 = 5.065 \text{ г}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \text{ (ост.)}) = (0.04375 - 0.03567) \cdot 160 = 1.2928 \text{ г}$$

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = (5.065/203.255) \cdot 100 = 2.49\% \quad (0.5 \text{ балла})$$

$$w(\text{CuSO}_4) = (1.2928/203.255) \cdot 100 = 0.636\% \quad (0.5 \text{ балла})$$

стакан 2:



$$m(\text{Al}(\text{OH})_3) = 78 \cdot 0.03567 \cdot 2/3 = 1.855 \text{ г}$$

$$m(\text{CO}_2) = 44 \cdot 0.03567 = 1.569 \text{ г}$$

$$m_{\text{к}} = 100 + 108 - 1.855 - 1.569 = 204.576 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0.03567 \cdot 142 = 5.065 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ (ост.)}) = (0.1023 - 0.03567/3) \cdot 342 = 30.92 \text{ г}$$

$$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = (5.065/204.576) \cdot 100 = 2.476\% \quad (0.5 \text{ балла})$$

$$w(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ (ост.)}) = (30.92/204.576) \cdot 100 = 15.114\% \quad (0.5 \text{ балла})$$

Стакан с сульфатом алюминия оказался тяжелее. (1 балл)

4. На сколько процентов уменьшится масса твердого остатка в обоих стаканах. (2 балла)



$$w(\text{изменение массы малахита}) = [(222-160)/222] \cdot 100 = 27.93\% \quad (0.5 \text{ балла})$$

$w(\text{изменение массы гидроксида алюминия}) = [(78 - 0.5 \cdot 102) / (78)] \cdot 100 = 34.6\%$ (0.5 балла)

Задача 4. Пропан, бутан, ...

| Пункт | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | Всего | Вес |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| Макс. | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 15 | |
| | | | | | | | |

Пропан-бутановая смесь, часто коротко именуемая «пропан», широко используется в качестве топлива при дорожных работах, при выполнении газопламенных работ на предприятиях и для коммунально-бытового потребления. «Пропан» представляет собой смесь пропана и бутана, добываемых из нефти и других видов углеводородного сырья, а также небольшого количества примесей. Для хранения такую газовую смесь обычно сжижают при -43°C под давление 1.6 МПа, а далее транспортируют смесь в цистернах.

Цистерну с жидким «пропаном» объемом 86.7 м^3 привезли на завод. В условиях хранения плотность жидкой смеси была равна 0.547 г/см^3 , а плотность этой же смеси, но уже в газообразном виде, составила 4.03 г/л (при 20°C и 2 атм).

1. Считая, что привезенная на завод смесь состояла только из пропана и бутана, рассчитайте молярные и массовые доли каждого газа в смеси.

$$pV = nRT$$

$$pV = \frac{m}{M}RT$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{pM}{RT}$$

$$M_{\text{ср}} = \frac{\rho RT}{p} = \frac{4.03 \cdot 8.314 \cdot (20 + 273)}{2 \cdot 101.325} = 48.44 \text{ г/моль (1 балл)}$$

$$M_{\text{ср}} = M(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot x(\text{C}_3\text{H}_8) + M(\text{C}_4\text{H}_{10}) \cdot x(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 44 \cdot x + 58 \cdot (1 - x) = 48.44$$

$$x = x(\text{C}_3\text{H}_8) = 0.683 \rightarrow x(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 0.317$$

Возьмем 1 моль смеси, тогда $n(\text{C}_3\text{H}_8) = 0.683 \text{ моль}$, $n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 0.317 \text{ моль}$

$$\omega(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_8)}{m(\text{C}_3\text{H}_8) + m(\text{C}_4\text{H}_{10})} = \frac{0.683 \cdot 44}{0.683 \cdot 44 + 0.317 \cdot 58} = 62\% \text{ (1 балл)}$$

$$\omega(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 38\% \text{ (1 балл)}$$

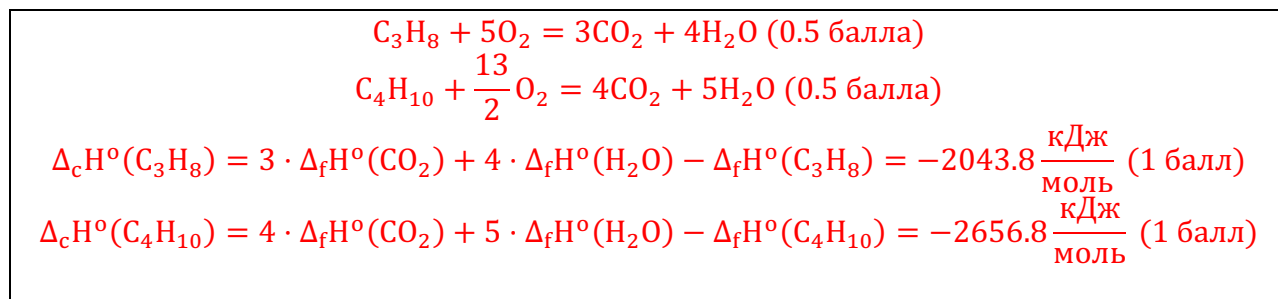
Примечание: если вы не смогли рассчитать массовые доли газов, то можете использовать $\omega(\text{C}_3\text{H}_8) = 55\%$ и $\omega(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 45\%$ для дальнейших расчетов.

2. Используя данные из таблицы, вычислите изменения энтальпии реакций сжигания пропана и бутана.

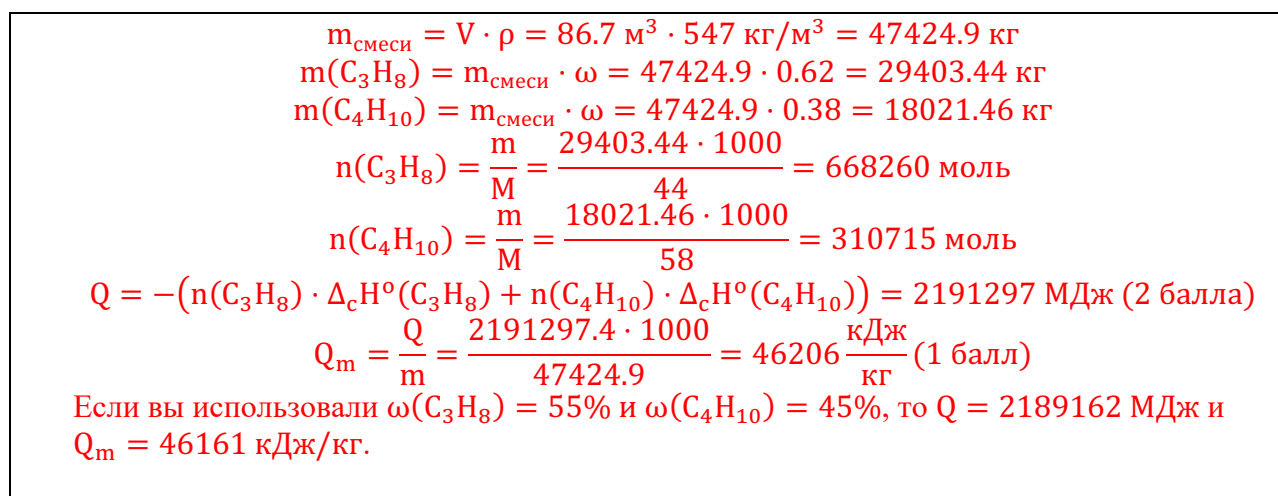
| Вещество | $\text{CO}_{2(\text{г})}$ | $\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ | $\text{C}_3\text{H}_{8(\text{г})}$ | $\text{C}_4\text{H}_{10(\text{г})}$ |
|----------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
|----------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021
Комплект решений I-тура для 9 класса (kazolymp.kz)**

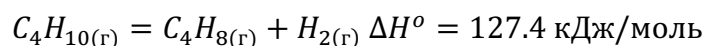
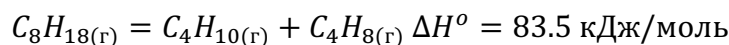
| | | | | |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| $\Delta_f H^\circ$, кДж/моль | -393.5 | -241.8 | -103.9 | -126.2 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|



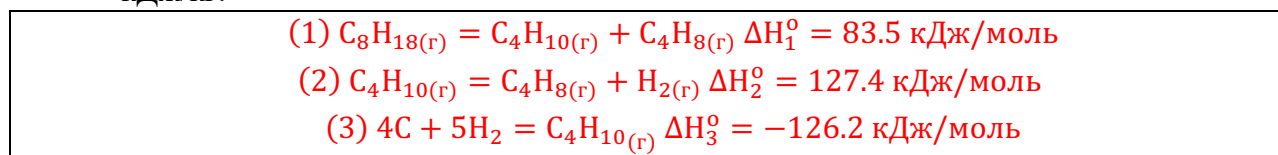
3. Рассчитайте удельную теплоту сжигания данной смеси в кДж/кг. Какое количество тепла (МДж) выделится при сжигании всей смеси в цистерне?



В последнее время «пропан» стали использовать в качестве автомобильного топлива, поскольку он дешевле бензина. В условиях данной задачи примите, что бензин состоит из чистого октана. Энтальпия испарения октана равна 41.4 кДж/моль. Дополнительно известны энтальпии следующих процессов:



4. Используя приведенные выше данные, вычислите стандартную энтальпию образования жидкого октана, а также удельную теплоту его сгорания кДж/моль и кДж/кг.



$$(4) C_8H_{18(ж)} = C_8H_{18(г)} \Delta H_4^{\circ} = 41.4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$(5) 8C + 9H_2 = C_8H_{18(ж)} \Delta H_5^{\circ} = ?$$

Согласно закону Гесса: (5) = -(1) + (2) + 2 · (3) - (4) → $\Delta H_5^{\circ} = -\Delta H_1^{\circ} + \Delta H_2^{\circ} + 2 \cdot \Delta H_3^{\circ} - \Delta H_4^{\circ} = -249.9 \text{ кДж/моль}$ (2.5 балла)



$$\begin{aligned} \Delta_c H^{\circ} (C_8H_{18(ж)}) &= 8 \cdot \Delta_f H^{\circ} (CO_2) + 9 \cdot \Delta_f H^{\circ} (H_2O) - \Delta_f H^{\circ} (C_8H_{18(ж)}) = \\ &= -5074.3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \text{ (1 балл)} \end{aligned}$$

5. Установите, во сколько раз больше энергии выделяется при сжигании описанного в задаче «пропана», чем бензина, купленного за ту же цену, если соотношение цен за килограмм «пропана» к бензину составляет 2:7.

Исходя из условия задачи, за цену 1 кг бензина можно купить 3.5 кг «пропана», тогда:

$$n(C_8H_{18}) = \frac{m}{M} = \frac{1000}{114} = 8.772 \text{ моль}$$

$$Q(\text{бензин}) = -n \cdot \Delta_c H^{\circ} (C_8H_{18(ж)}) = 44512 \text{ кДж (0.5 балла)}$$

$$Q(\text{пропана}) = m \cdot Q_m = 3.5 \cdot 46206 = 161721 \text{ кДж (0.5 балла)}$$

$$\frac{Q(\text{пропана})}{Q(\text{бензин})} = \frac{161721}{44512} = 3.633 \text{ (1 балл)}$$

Если вы использовали $\omega(C_3H_8) = 55\%$ и $\omega(C_4H_{10}) = 45\%$, то $\frac{Q(\text{пропана})}{Q(\text{бензин})} = 3.630$

Задача 5. Химия соединений кобальта

| Пункт | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | Всего | Вес |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| Макс. | 3 | 7 | 4 | 5 | 4 | 23 | |
| | | | | | | | |

При растворении в 100 г воды 10 г кристаллогидрата сульфата кобальта был получен 5.0% раствор $CoSO_4$. С помощью концентрированной серной кислоты раствор закислили и при охлаждении сосуда с раствором льдом провели электролиз с использованием платиновой пластинки общей площадью 32 см² в качестве анода при плотности тока 0.055 А/см². С выходом по току 93% на аноде был получен серо-голубой осадок вещества X.

При хранении X в воде выделяются пузырьки газа Y (*реакция 1*) без цвета и запаха, поддерживающего горение. Газ Z с таким же качественным составом, что и Y, является одним из побочных продуктов, выделяющихся в небольших количествах на аноде при

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021
Комплект решений I-тура для 9 класса (kazolymp.kz)

получении **X**. При этом взаимодействие сернокислого раствора сульфата кобальта(II) с газом **Z** также приводит к **X** (*реакция 2*). По данным элементного анализа, **X** содержит 16.14% Co, 13.17% S, 65.75% O.

Интересно, что если при электролизе сульфата кобальта в раствор добавить сульфат одновалентного катиона M_2SO_4 , то образуется синее вещество **Q**, имеющее структуру квасцов (параметр кубической кристаллической решетки $a = 12.29 \text{ \AA}$, число катионов **M** в элементарной ячейке равно 4, кристаллографическая плотность **Q** равна 2.146 г/см^3).

1. Определите формулу исходного кристаллогидрата сульфата кобальта(II). Ответ подтвердите расчетом. (3 балла)

| | |
|---|---------------|
| Масса безводной соли: $m(\text{CoSO}_4) = (100 + 10) \cdot 0.05 = 5.5 \text{ г}$ | 1 балл |
| $n(\text{CoSO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{5.5}{155.0} = 0.0355 \text{ моль} = n(\text{CoSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O})$ | |
| $M(\text{CoSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{n} = \frac{10}{0.0355} = 281.8 \text{ г/моль} = 58.9 + 32 + 64 + 18n$ | 1 балл |
| $n = 7$ | 1 балл |
| При ином способе решения и верном ответе выставляется полный балл (3 балла). При отсутствии расчетов и верном ответе – 1 балл из трёх. | |

2. Определите вещества **X**, **Y**, **Z**. Состав **X** подтвердите расчетом. (7 баллов)

| | |
|---|--|
| Найдём соотношение элементов Co : S : O в X . | |
| $n(\text{Co}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = \frac{w(\text{Co})}{M(\text{Co})} : \frac{w(\text{S})}{M(\text{S})} : \frac{w(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{16.14}{58.93} : \frac{13.17}{32.07} : \frac{65.75}{16} = 2 : 3 : 30$ | |
| Молярная масса X в таком случае равна $2 \cdot 58.93 + 3 \cdot 32.07 + 30 \cdot 16 = 730.2 \text{ г/моль}$. За вычетом 2 атомов Co, 3 атомов S и 30 атомов O остается 36 г/моль, что может соответствовать только 36 атомам водорода. Тогда брутто-формула X – $\text{Co}_2\text{S}_3\text{H}_{36}\text{O}_{30}$. Это гидрат сульфата кобальта(III) – $\text{Co}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. | |
| Co^{3+} в отсутствие сильных комплексообразователей – очень сильный окислитель, поэтому способен окислять воду. Тогда Y – кислород, O_2 . | |
| Такой же качественный состав, как и O_2 , имеет только озон. Z – это O_3 . | |
| Формулы 3 веществ – по 2 балла , расчет – 1 балл . | |

3. Запишите уравнения *реакций 1* и *2*. (4 балла)

| | |
|--|----------------|
| Уравнение <i>реакции 1</i> : $2\text{Co}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{CoSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$ | 2 балла |
| Уравнение <i>реакции 2</i> : $2\text{CoSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_3 \rightarrow \text{Co}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ | 2 |
| балла | |

4. Определите металл **M** и формулу квасцов **Q**, если дополнительно известно, что квасцы имеют общую формулу $A^+B^{3+}(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Ответ подтвердите расчетом. (5 баллов)

Q имеет формулу $MCo(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$. Поскольку в каждой ячейке по 4 атома **M**, то и всего формульных единиц в ячейке 4. Тогда:

$$M(Q) = \frac{1}{4} \rho N_A a^3 = 0.25 \cdot 2.146 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} \cdot (12.29 \cdot 10^{-8})^3 = 599.7 \text{ г/моль}$$

За вычетом двух сульфат-ионов, 1 иона кобальта и 12 молекул воды остается 132.8 г/моль, то есть **M** – это **Cs**, **Q** – это $CsCo(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$.

Расчет молярной массы – **3 балла**, формула **M** и **Q** – по **1 баллу**.

5. Какое время необходимо проводить электролиз для получения **X** описанным способом, чтобы превратить в **X** 90% кобальта? Постоянная Фарадея $F = 96485$ Кл/моль (4 балла)

Закон Фарадея запишем в виде

$$n(Co^{3+}) = \frac{It\eta}{zF}$$

$z = 1$, так как в полуреакции $Co^{2+} - e^- \rightarrow Co^{3+}$ передается 1 электрон.

$$n(Co^{3+}) = 0.9 \cdot 0.0355 = 0.03195 \text{ моль.}$$

$$t = \frac{n(Co^{3+})zF}{I\eta} = \frac{0.03195 \cdot 1 \cdot 96485}{32 \cdot 0.055 \cdot 0.93} = 1883 \text{ с}$$

Учёт $z = 1$ – **1 балл**, верный ответ – **2 балла**, верные единицы измерения ответа – **1 балл**.

Задача 6. Равновесия в растворах

| Пункт | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 6.5 | Всего | Вес |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| Макс. | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 10 | |
| | | | | | | | |

С начала XIX наблюдается стремительное увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере за счет сжигания ископаемого топлива и вырубки лесов. Активная эмиссия углекислого газа не только приводит к увеличению температуры планеты но и активно влияет на экосистему океанов за счет уменьшения рН. В этот раз вам предстоит

**Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021
Комплект решений I-тура для 9 класса (kazolymp.kz)**

примерить роль химика-эколога и оценить влияние углекислого газа, и произвести необходимые расчеты.



1) Растворимость углекислого газа при температуре 25 °С и давлении 1 атм равна 0.034М. Учитывайте диссоциацию только по первой ступени. Расчитайте рН этого раствора. Как давление и температура будут влиять на рН? (2 балла)

$$[CO_2(\text{водн})] = 0.034M$$

$$[CO_2(\text{водн})] = [H_2CO_3]$$



$$0.034-x \quad x \quad x$$

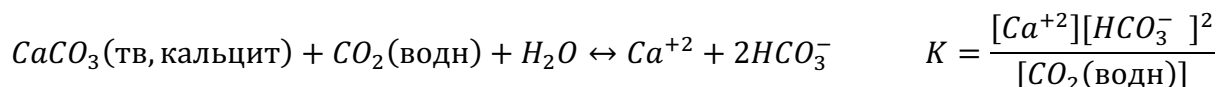
$$K_1 = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = \frac{x^2}{0.034 - x} = 4.46 \times 10^{-7} \quad (1.5 \text{ балла})$$

$$[H^+] = 1.23 \times 10^{-4}$$

$$pH = -\log(1.23 \times 10^{-4}) = 3.91$$

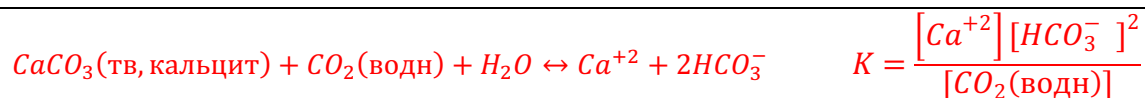
При уменьшении температуры и увеличении давления растворимость углекислого газа увеличится, что соответственно приведет к уменьшению рН. (0.5 баллов)

2) Одним из основных ионов содержащихся в реках являются ионы кальция. В основном Ca^{+2} попадает в реки за счет растворения минерала кальцита $CaCO_3$ благодаря углекислому газу. Уравнение для растворения кальцита может быть выражена как:



Найдите значение константы равновесия для этой реакции, выразив К через другие константы. (2 балла)

Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021
Комплект решений I-тура для 9 класса (kazolymp.kz)

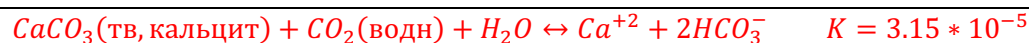


$$K = \frac{[Ca^{+2}][HCO_3^-]^2}{[CO_2(\text{водн})]}$$

$$K = [Ca^{+2}][CO_3^{-2}] * \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[CO_2(\text{водн})]} * \frac{[HCO_3^-]}{[H^+][CO_3^{-2}]} = \frac{[Ca^{+2}][HCO_3^-]^2}{[CO_2(\text{водн})]}$$

$$K = \frac{K_{sp1} * K_1}{K_2} = \frac{3.31 \times 10^{-9} * 4.46 \times 10^{-7}}{4.69 \times 10^{-11}} = 3.15 * 10^{-5}$$

3) Концентрация ионов кальция в реке составляет примерно $2.30 * 10^{-3} M$. Рассчитайте значение для P_{CO_2} который находится в равновесии с этим количеством кальция, если известно что $[HCO_3^-] = 2[Ca^{+2}]$. (Если не смогли найти значение K в п.2, возьмите $K = 5.00 * 10^{-5}$; -0.5 баллов) (2 балла)



$$[Ca^{+2}] = 2.30 * 10^{-3} M$$

$$[HCO_3^-] = 2[Ca^{+2}]$$

$$[HCO_3^-] = 2 * 2.30 * 10^{-3} = 4.60 * 10^{-3} M$$

$$K = \frac{[Ca^{+2}][HCO_3^-]^2}{[CO_2(\text{водн})]} \quad (1)$$

$$K_{CO_2} = \frac{[CO_2(\text{водн})]}{P_{CO_2}} \quad (2)$$

Для нахождения P_{CO_2} объединяем уравнения (1) и (2)

$$K = \frac{[Ca^{+2}][HCO_3^-]^2}{K_{CO_2} * P_{CO_2}} \quad (1 \text{ балл})$$

$$3.15 * 10^{-5} = \frac{(2.30 * 10^{-3}) * (4.60 * 10^{-3})^2}{3.44 * 10^{-2} * P_{CO_2}}$$

$$P_{CO_2} = 0.045 \text{ атм (1 балл)}$$

Если не смогли найти K в п.2 \sum 1.5 балла

$$K = \frac{(2.30 \cdot 10^{-3}) \cdot (4.60 \cdot 10^{-3})^2}{3.44 \cdot 10^{-2} \cdot P_{CO_2}} = 5.00 \cdot 10^{-5}$$

$$P_{CO_2} = 0.028 \text{ атм}$$

Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере так же влияет на жизнь морских существ, жизнь которых зависит от минералов состоящих из кальция. Раковины многих видов моллюсков и кораллов состоят из минерала агонита, являющийся одним из полиморфов карбоната кальция.

4) Растворимость агонита зависит от концентрации $[CO_3^{-2}]$, при уменьшении которого агонит начинает растворяться в воде. Выразите уравнение для нахождения $[CO_3^{-2}]$ через P_{CO_2} и $[H^+]$ комбинируя выражения K_{CO_2} , K_1 и K_2 . Найдите концентрацию, если известно что парциальное давление углекислого газа в океане равно $6.00 \cdot 10^{-4}$ атм, и pH равен 8.0. (3 балла)

$$[CO_3^{-2}] = \frac{K_2[HCO_3^-]}{[H^+]} \quad (3)$$

$$[HCO_3^-] = \frac{K_1[CO_2(\text{водн})]}{[H^+]} \quad (4)$$

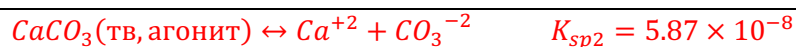
$$[CO_2(\text{водн})] = K_{CO_2} \cdot P_{CO_2} \quad (5)$$

Объединив уравнения (3),(4) и (5) получаем выражение для $[CO_3^{-2}]$.

$$[CO_3^{-2}] = \frac{K_1 K_2 K_{CO_2} P_{CO_2}}{[H^+]^2} \quad (2 \text{ балла})$$

$$[CO_3^{-2}] = \frac{4.46 \cdot 10^{-7} \cdot 4.69 \cdot 10^{-11} \cdot 3.44 \cdot 10^{-2} \cdot 600 \cdot 10^{-6}}{(10^{-8})^2} = 4.32 \cdot 10^{-6} \text{ М (1 балл)}$$

5) Будет ли растворяться агонит в этих условиях, если концентрация кальция в океане составляет 0.0103 М? Ответ обоснуйте расчетами. (1 балл)



$$[Ca^{+2}] = 0.0103 \text{ М}$$

$$[Ca^{+2}][CO_3^{-2}] = 0.0103 * 4.32 * 10^{-6} = 4.45 * 10^{-8} (0.5 \text{ баллов})$$

$$4.45 * 10^{-8} < K_{sp2} = 5.87 * 10^{-8}$$

Значение $4.45 * 10^{-8}$ меньше чем значение K_{sp2} значит агонит начинает растворяться в этих условиях. (0.5 баллов)

Ответ без решения 0 баллов.

Задача 7. Лекарственные препараты

| Пункт | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 | Всего | Вес |
|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| Макс. | 2 | 9 | 2 | 4 | 17 | |
| | | | | | | |

«Хорошее лекарство горько на вкус»,

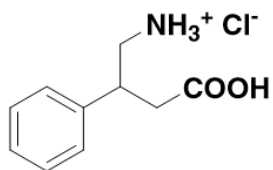
- Японская пословица.

Некий лекарственные препарат **Ж** (гидрохлорид 4-амино-3-фенилбутановой кислоты) применяют как успокаивающее средство при хирургических вмешательствах, при беспокойстве, тревоге, страхе, и бессонице. Ниже приведена одна из промышленных схем его синтеза.

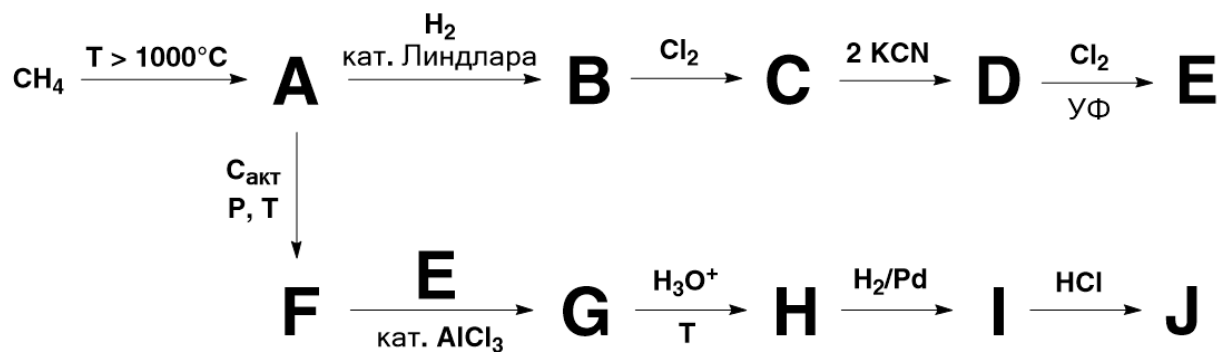
Известно что вещество **Ж** – органическая соль, а в присутствии катализатора Линдлара восстановление вещества **А** происходит не полностью.

1) Нарисуйте структуру искомого препарата **Ж** исходя из его номенклатурного названия. (2 балла)

Ж 2 балла

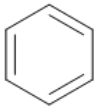
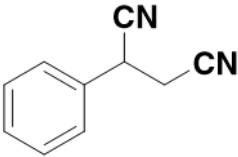
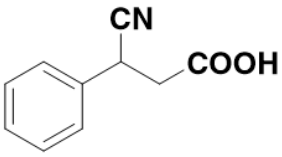
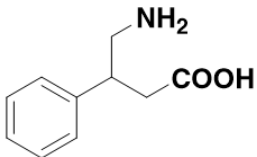


Заключительный этап республиканской олимпиады по химии 2021
Комплект решений I-тура для 9 класса (kazolymp.kz)



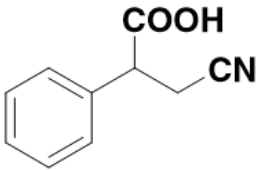
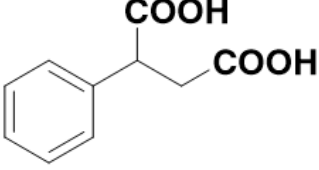
2) Нарисуйте структуру каждого из зашифрованных веществ А – I. Стереохимией на оптических центрах можно пренебречь. (9 баллов)

Каждое вещество по 1 баллу. Суммарно 9 баллов за пункт.

| | | |
|---|---|---|
| A $\text{HC}\equiv\text{CH}$ | B $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ | C $\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$ |
| D $\text{NC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CN}$ | E $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{NC}-\text{CH}-\text{CN} \end{array}$ | F  |
| G  | H  | I  |

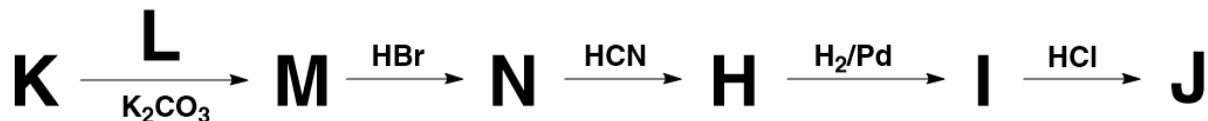
3) На самом деле, при действии сильной кислоты на **G** при высокой температуре наряду с **H** образуются его изомер **Н_а** и продукт **Н_б**, способный реагировать с двумя эквивалентами гидроксида натрия. Нарисуйте структуры **Н_а** и **Н_б**. (2 балла)

Каждое вещество по 1 баллу. Суммарно 2 балла за пункт.

| | |
|---|---|
| Н_а  | Н_б  |
|---|---|

Для того что бы уменьшить производственные потери из-за вышеупомянутых побочных продуктов, препарат **Ж** стали синтезировать другим путем исходя из веществ **К** и **Л** содержащих 79.22% и 47.06% углерода, а также 5.70% и 5.92% водорода по массе соответственно.

4) Нарисуйте структуры зашифрованных веществ **К – Н**. Вещество **М** представляет из себя транс-изомер. (4 балла)



Каждое вещество по 1 баллу. Суммарно 4 балла за пункт.

