# Аудандық олимпиада кезеңінің ережелері:

Сіздерге химия пәні бойынша 2021 жылы өтетін республикалық олимпиаданың аудандық кезеңіне арналған тапсырмалар жиынтығы келтірілген. Төмендегі нұсқаулар мен ережелерді **мұқият** оқып шығыңыз.

Олимпиада тапсырмаларын орындау үшін сізде **3 астрономиялық сағат (180 минут)** беріледі.

Жұмыс үшін берілетін жалпы балл - **45 балл.**

Сіз шимайпарақта тапсырмаларды шеше аласыз, бірақ барлық есеп шешімдерін таза параққа жазуды ұмытпаңыз. Әр есептің шешімі жеке парақта болуы керек. **Тапсырмалардың ішкі тармақтарын міндетті түрде жеке-жеке көрсетіп жазыңыз**. Шимайпарақтар **тексерілмейді**.

Сізге кез-келген анықтамалық материалдарды, оқулықтарды немесе жазбаларды пайдалануға **тыйым салынады**.

Сізге ішкі жадтан немесе Интернеттен жүктелген мәтіндік, графикалық немесе аудио форматта ақпарат беруге қабілетті кез-келген байланыс құрылғыларын, смартфондарды, смарт-сағаттарды немесе кез-келген басқа гаджеттерді пайдалануға **тыйым салынады**.

Сізге графикалық немесе инженерлік калькуляторды пайдалануға **рұқсат етіледі**.

Сізге осы тапсырмалар жиынтығына кірмейтін кез-келген материалдарды, оның ішінде басқа периодтық кестені мен ерігіштік кестесін пайдалануға **тыйым салынады**. 3-4-беттерде периодтық кесте мен ерігіштік кестесі келтірілген.

Осы ережелердің кез келгені бұзылғаны үшін сіздің жұмысыңызға **автоматты түрде 0 балл** беріледі.

Жауап парақтарына шешімдеріңізді **түсінікті** әрі **нақты** етіп жазыңыз. Соңғы жауаптарыңызды қарындашпен дөңгелектеу ұсынылады. Өлшем бірліктерді міндетті жазыңыз. Арифметикалық амалдарда сандық мәліметтерді қолдану ережелерін сақтаңыз. Басқаша айтқанда, маңызды цифрлардың бар екендігін есте сақтаңыз және есептегі деректердің дәлдігін асыра бағаламаңыз.

Есептеулер кезінде тапсырмаларда аралық жауаптарды дөңгелектемеуге **кеңес береміз**.

Егер сіз сәйкес есептеулер келтірмей шешімнің тек соңғы нәтижесін көрсетсеңіз, онда сіз жауап дұрыс болса да, **0** балл аласыз.

Бұл мәселелер жиынтығы тақырыптық парақты қоса алғанда **7 беттен** тұрады.

**Задания на русском языке начинаются с 7-го листа**

**Химия пәнінен республикалық олимпиаданың аймақтық кезеңі - 2021**
**10 сыныпқа арналған тапсырмалар жинағы (daryn113)**

| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>H<br>1.008 | 2 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 2<br>He<br>4.003 |
| 3<br>Li<br>6.94 | 4<br>Be<br>9.01 | | | | | | | | | | | 5<br>B<br>10.81 | 6<br>C<br>12.01 | 7<br>N<br>14.01 | 8<br>O<br>16.00 | 9<br>F<br>19.00 | 10<br>Ne<br>20.18 |
| 11<br>Na<br>22.99 | 12<br>Mg<br>24.31 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13<br>Al<br>26.98 | 14<br>Si<br>28.09 | 15<br>P<br>30.97 | 16<br>S<br>32.06 | 17<br>Cl<br>35.45 | 18<br>Ar<br>39.95 |
| 19<br>K<br>39.10 | 20<br>Ca<br>40.08 | 21<br>Sc<br>44.96 | 22<br>Ti<br>47.87 | 23<br>V<br>50.94 | 24<br>Cr<br>52.00 | 25<br>Mn<br>54.94 | 26<br>Fe<br>55.85 | 27<br>Co<br>58.93 | 28<br>Ni<br>58.69 | 29<br>Cu<br>63.55 | 30<br>Zn<br>65.38 | 31<br>Ga<br>69.72 | 32<br>Ge<br>72.63 | 33<br>As<br>74.92 | 34<br>Se<br>78.97 | 35<br>Br<br>79.90 | 36<br>Kr<br>83.80 |
| 37<br>Rb<br>85.47 | 38<br>Sr<br>87.62 | 39<br>Y<br>88.91 | 40<br>Zr<br>91.22 | 41<br>Nb<br>92.91 | 42<br>Mo<br>95.95 | 43<br>Tc<br>- | 44<br>Ru<br>101.1 | 45<br>Rh<br>102.9 | 46<br>Pd<br>106.4 | 47<br>Ag<br>107.9 | 48<br>Cd<br>112.4 | 49<br>In<br>114.8 | 50<br>Sn<br>118.7 | 51<br>Sb<br>121.8 | 52<br>Te<br>127.6 | 53<br>I<br>126.9 | 54<br>Xe<br>131.3 |
| 55<br>Cs<br>132.9 | 56<br>Ba<br>137.3 | 57-71 | 72<br>Hf<br>178.5 | 73<br>Ta<br>180.9 | 74<br>W<br>183.8 | 75<br>Re<br>186.2 | 76<br>Os<br>190.2 | 77<br>Ir<br>192.2 | 78<br>Pt<br>195.1 | 79<br>Au<br>197.0 | 80<br>Hg<br>200.6 | 81<br>Tl<br>204.4 | 82<br>Pb<br>207.2 | 83<br>Bi<br>209.0 | 84<br>Po<br>- | 85<br>At<br>- | 86<br>Rn<br>- |
| 87<br>Fr<br>- | 88<br>Ra<br>- | 89-103 | 104<br>Rf<br>- | 105<br>Db<br>- | 106<br>Sg<br>- | 107<br>Bh<br>- | 108<br>Hs<br>- | 109<br>Mt<br>- | 110<br>Ds<br>- | 111<br>Rg<br>- | 112<br>Cn<br>- | 113<br>Nh<br>- | 114<br>Fl<br>- | 115<br>Mc<br>- | 116<br>Lv<br>- | 117<br>Ts<br>- | 118<br>Og<br>- |

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

**Задания на русском языке начинаются с 7-го листа**

**Химия пәнінен республикалық олимпиаданың аймақтық кезеңі - 2021**
**10 сыныпқа арналған тапсырмалар жинағы (daryn113)**

## РАСТВОРИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ (при t=25°C) И ИХ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ИЛИ ФОРМУЛЬНЫЕ МАССЫ

| АНИОНЫ \ КАТИОНЫ | | $H^+$ | $NH_4^+$ | $Li^+$ | $Rb^+$ | $K^+$ | $Ba^{2+}$ | $Sr^{2+}$ | $Ca^{2+}$ | $Na^+$ | $Mg^{2+}$ | $Be^{2+}$ | $Al^{3+}$ | $Mn^{2+}$ | $Zn^{2+}$ | $Cr^{2+}$ | $Cr^{3+}$ | $Fe^{2+}$ | $Fe^{3+}$ | $Cd^{2+}$ | $Co^{2+}$ | $Co^{3+}$ | $Ni^{2+}$ | $Sn^{2+}$ | $Pb^{2+}$ | $Cu^{2+}$ | $Ag^+$ | $Hg^{2+}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $OH^-$ | 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 |
| $H_2PO_4^-$ | ДИГИДРОФОСФАТ- | 98 | 115 | 104 | 182 | 136 | 331 | 282 | 234 | 120 | 218 | 203 | 318 | 249 | 259 | ? | ? | 250 | ? | 306 | ? | ? | ? | 313 | 401 | ? | 205 | 395 |
| $CH_3COO^-$ | 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 |
| $Cr_2O_7^{2-}$ | 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 |
| $MnO_4^-$ | ПЕРМАНГАНАТ- | 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

| РАДИКАЛЫ | | ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ -H | -Cl | -Br | -OH | $-NO_2$ | $-NH_2$ | -CHO | -COOH | $-C_6H_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CH_3-$ | МЕТИЛ– | 16 | 50 | 95 | 32 | 61 | 31 | 44 | 60 | 92 |
| $C_2H_5-$ | ЭТИЛ– | 30 | 65 | 109 | 46 | 75 | 45 | 58 | 74 | 106 |
| $C_3H_7-$ | ПРОПИЛ– | 44 | 79 | 123 | 60 | 89 | 59 | 72 | 88 | 120 |
| $C_4H_9-$ | БУТИЛ– | 58 | 93 | 137 | 74 | 103 | 73 | 86 | 102 | 134 |
| $CH_2=CH-$ | ВИНИЛ– | 28 | 63 | 107 | – | 73 | 43 | 56 | 72 | 104 |
| $C_6H_5-$ | ФЕНИЛ– | 78 | 113 | 157 | 94 | 123 | 93 | 106 | 122 | 154 |
| $CH_3CO-$ | АЦЕТИЛ– | 44 | 78 | 123 | 60 | 89 | 59 | 72 | 88 | 120 |

РАСТВОРЯЕТСЯ (>1 г на 100 г воды)
МАЛО РАСТВОРЯЕТСЯ (от 0,1 г до 1 г на 100 г воды)
НЕ РАСТВОРЯЕТСЯ (< 0,1 г на 100 г воды)
РАЗЛАГАЕТСЯ В ВОДЕ
249 НЕТ ДАННЫХ О РАСТВОРИМОСТИ
? НЕТ ДАННЫХ О СУЩЕСТВОВАНИИ ВЕЩЕСТВА

### РЯД ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\chi$ | 0,63 | 0,69 | 0,72 | 0,80 | 0,82 | 0,86 | 0,86 | 1,08 | 1,22 | 1,28 | 1,29 | 1,29 | 1,31 | 1,35 | 1,43 | 1,57 | 1,63 | 1,66 | 1,82 | 1,86 | 1,92 | 1,98 | 2,07 | 2,27 | 2,41 | 2,45 | 2,50 | 2,58 | 2,60 | 2,82 | 2,86 | 3,91 | 4,29 |
| $E_c$ | 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 |

$\chi$ – ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ ПО А.С.ПОВАРЕННЫХ (ДЛЯ УГЛЕРОДА $\chi$=2,5)
$E_c$ – СРОДСТВО К ЭЛЕКТРОНУ, в кДж/МОЛЬ

Составитель – Г.П. Лапаев;
© Составление, дизайн – Г.П. Лапаев, 1997
Компьютерный набор – Р.Р. Файзулин
129041, Москва, Проспект мира, д.68
ООО "Каллиграф", 2002
Подп. в печать 02.09.2002. Печать офс. Зак. 542
Тип. "Р-Мастер". Изд. 2", испр. и доп.

## Есеп 1 (7 балл)

$CaCO_3$, $CaSO_4$ және $Ca(OH)_2$ 26 г қоспасын тұз қышқылымен өңдегенде 5,44 г ерімейтін қалдық қалған. Және 3,36 л (қ.ж.) газ түзілген.

1. Бөлінген газдың зат мөлшерін табыңыз. (1 балл)
2. Барлық химиялық реакцияларды жазыңыз. (3 балл)
3. Қоспа құрамындағы $Ca(OH)_2$-ның массалық үлесін есептеңіз. (3 балл)

## Есеп 2 (8 балл)

X қосылысы - қызыл-сары түсті, органикалық және бейорганикалық бөліктерден (молекулалардан) құралған зат. Қосылыс құрамында 1.935% көміртек, 2.25% азот, 33.39% қорғасын, 0.967% сутек және йод бар. Сонымен қатар, қосылыстың органикалық бөлігі бейорганикалық бөлігімен иондық байланыс арқылы байланысқан.

1) X қосылысын анықтап, химиялық формуласын жазыңыз. (4,5 балл)
2) Иондық байланыспен байланысқан жерді көрсетіңіз. (1,5 балл)
3) Осы қосылысты синтездеу әдістерін келтіріңіз. (2 балл)

## Есеп 3 (11 балл)

Бала кезімізде қыс мезгілі бізге ғажайып қарлы қамалдар мен ашулы қар адамдарын еске салады. Сіз есейген сайын маңайдағы көріністерге, мысалы тротуардағы, жолда жатқан қалың қарға ашулана қарай бастайсыз. Себебі, қалың қарда омбылап жүру, жолда машинамен қарға бату – біз үшін қолайсыз жағдайлар. Біреулер бұл жағдайларды қыстың ажырамас бөлігі деп айтуы мүмкін. Ал басқа біреулер ерітінділердің коллигативті қасиеттері туралы білімін пайдаланып, жолдарға тұз сеуіп, қардың еруіне жағдай жасайды.

Ол үшін алдымен концентрацияның бір түрі – моляльдық концентрациямен танысып алайық.

$$m = \text{моляльдық} = \frac{v_{\text{моль еріген зат}}}{m_{\text{кг еріткіш}}}$$

1. NaCl 10%-дық (масса бойынша) сулы ерітіндісінің моляльдығын есептеңіз. (2 балл)
2. Концентрацияның тағы бір кең тараған өлшемдерінің бірі – молярлық концентрация. Молярлық концентрацияны ($c$) моляльдық концентрацияға

($m$) түрлендіріңіз. Егер ерітінді тығыздығы ($\rho$ кг/л-мен) және еріген заттың молярлық массасы ($M_2$ $\frac{г}{моль}$-мен) белгілі болса. (5 балл)

Заттың қату температурасын төмендету құбылысы ұшқыш емес зат еріткіште ерігенде байқалады. Нәтижесінде қаныққан будың қысымы төмендейді және онымен бірге қатты-сұйықтық тепе-теңдігінің температурасы да төмендейді. Дәл осы құбылыстың әсерінен тұзды су таза суға қарағанда төмен температурада қатады. Бұны мына теңдеу арқылы сипаттай аламыз:

$$-\Delta T = K_f \cdot m \cdot i$$

Мұнда, $K_f$ – еріткішке тән криоскопиялық константа, $m$ – моляльдық, $i$ — изотонды фактор (зат ерігенде пайда болған молекулалар санына тең). Мысалы, $NaCl$ үшін $i$ 2-ге, ал $CaCl_2$ үшін 3-ке тең.

3. $NaCl$ мен $CaCl_2$ қосылыстары үшін $i$ не себепті 2-ге және 3-ке тең болатындығын көрсететін теңдеулерді жазыңыз. (1 балл)
4. Егер 1000 кг суда бір қап ас тұзын (25 кг) ерітсек, ерітінді қандай температурада қатар еді? Судың криоскопиялық константасы - 1.86 К/(кг моль) (3 балл)

## Есеп 4 (10 балл)

Күнделікті өмірде біз сұйықтардың әр түрлі қасиеттерін (сұйық көлемі, массасы, температурасы, түсі және дәмі) байқаймыз. Химияны оқып-білген сайын сұйықтың басқа қасиетін, мысалы ерітінді pH-ын біле бастаймыз. Бұл қасиет сізге абстракты әрі таныс емес болып көрінуі мүмкін. Бірақ ерітінді pH-ы сұйықтың түсі, массасы секілді маңызды қасиеті болып табылады. Енді, әр түрлі ерітінділердің pH-тары бойынша есептер шығарып көрейік.

*Еске саламыз:* $pH = -\log[H^+]$ *немесе* $pH = -\log[H_3O^+]$

1. Күкірт қышқылының ($H_2SO_4$) екі сатыда диссоциациялану теңдеуін жазып, $0.05M$ күкірт қышқылы ерітіндісінің $pH$-ын табыңыз. Екі сатыдағы диссоциация толықтай жүреді деп есептеңіз. (2 балл)

Әлсіз қышқылдардың $pH$-ын анықтауда әлсіз қышқылдардың $K_a$ мәндерін білу маңызды:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Мұнда, $[HA]$ - диссоциацияланбаған қышқылдың концентрациясы, $[A^-]$ – түзілген қышқыл қалдығының концентрациясы.

2. Іс жүзінде, әлсіз қышқылдың диссоциациясының екінші сатысы толық жүрмейді. Басқаша айтсақ, диссоциацияның екінші сатысындағы күкірт қышқылы әлсіз болып саналады. Күкірт қышқылының 0.05М ерітіндісінің $pH$-ын табыңыз. $K_a$(2ші саты) = $1.02 \cdot 10^{-2}$ (3 балл)

Ерітінді $pH$-ы температураға тәуелді. Яғни, $K_a$ температураға тәуелді, ал $pH$ $K_a$-ға тәуелді, сондықтан $pH$ температураға тәуелді болады. Бұл тәуелділік мына өрнектен көрінеді:

$$\ln\left(\frac{K_a(T_2)}{K_a(T_1)}\right) = \frac{Q}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

Мұнда, Q – диссоциация процесінің жылуы (Дж/моль-мен), $K_a(T)$ – температура $T$ кезіндегі $K_a$ мәні (Кельвинмен). $R = 8.314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль К}}$. *Нұсқау*: цельсий температураны кельвинге айналдыру үшін мына формуланы қолданыңыз: $T(K) = T(C) + 273$

Судың автоиондану реакциясын қарастырайық:

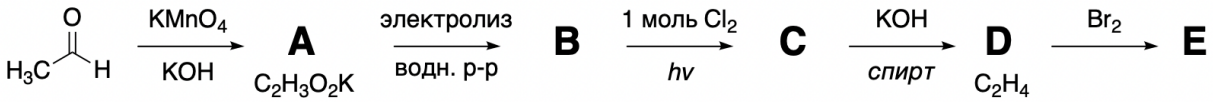
$$H_2O \leftrightharpoons H^+ + OH^-$$

3. Егер судың жылусыйымдылығы $4.184 \frac{\text{Дж}}{\text{г К}}$, су сынамасының 18 грамының диссоциациясында 1 кг су банясының температурасы $10.9°C$-қа төмендеген болса, судың автоиондану жылуын (Дж/моль-мен) есептеңіз. (2 балл). *Нұсқау:* $Q = cm\Delta T$
4. $25°C$ және $100°C$ –тағы судың $pH$-ын есептеңіз ($25°C$ – та $K_w = 10^{-14}$-ке тең). Егер сіз жоғарыдағы пункте судың автоиондану жылуын таба алмасаңыз, оны -50,000 Дж / моль-ге тең деп алыңыз. (3 балл) *Нұсқау:* $K_w = [H^+][OH^-]$

## Есеп 5 (9 балл)

Органикалық химия өзінің саналуандылығымен әсем! Теориялық түрде құрамында 30 не одан аз көміртек атомдары бар $10^{63}$ әртүрлі тұрақты органикалық қосылыстар болжанған. Бұл санның өте үлкендігі сондай, осы молекулалардың әрқайсысының кем дегенде бір данасын жасауға бүкіл әлемдегі көміртек атомдары жетпес еді!

1. $C_3H_6O$ молекулалық формулалы қосылысының барлық изомерлерін салыңыз (4 балл)
2. Келесі түрлендірулер тізбегін шешіп, **A-E** қосылыстарының құрылымдық формулаларын салыңыз. (5 балл)



# Регламент районного этапа:

Перед вами находится комплект задач районного этапа республиканской олимпиады 2021 года по предмету химия. **Внимательно** ознакомьтесь со всеми нижеперечисленными инструкциями и правилами.

У вас есть **3 астрономических часа (180 минут)** на выполнение заданий олимпиады.

Суммарный балл за работу – **45 баллов**.

Вы можете решать задачи в черновике, однако, не забудьте перенести все решения на чистый лист. Решение каждой задачи должно быть на отдельном листе. **Обязательно укажите подпункты задач**. Черновики проверяться **не будут**.

Вам **запрещается** пользоваться любыми справочными материалами, учебниками или конспектами.

Вам **запрещается** пользоваться любыми устройствами связи, смартфонами, смарт-часами или любыми другими гаджетами, способными предоставлять информацию в текстовом, графическом и/или аудио формате, из внутренней памяти или загруженную с интернета.

Вам **разрешается** использовать графический или инженерный калькулятор.

Вам **запрещается** пользоваться любыми материалами, не входящими в данный комплект задач, в том числе периодической таблицей и таблицей растворимости. На **странице 3-4** предоставляем периодическую таблицу и таблицу растворимости.

За нарушение любого из данных правил ваша работа будет **автоматически** оценена в **0 баллов**.

На листах ответов пишите **четко** и **разборчиво**. Рекомендуется обвести финальные ответы карандашом. Не забудьте указать единицы измерения. Соблюдайте правила использования числовых данных в арифметических операциях. Иными словами, помните про существование значащих цифр и не завышайте точность данных в задаче.

В задачах с большим количеством вычислений **рекомендуем** не округлять промежуточные ответы.

Если вы укажете только конечный результат решения без приведения соответствующих вычислений, то Вы получите **0** баллов, даже если ответ правильный.

Этот комплект задач состоит из **7 страниц**, включая титульный лист.

| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1<br>H<br>1.008 | 2 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 2<br>He<br>4.003 |
| 3<br>Li<br>6.94 | 4<br>Be<br>9.01 | | | | | | | | | | | 5<br>B<br>10.81 | 6<br>C<br>12.01 | 7<br>N<br>14.01 | 8<br>O<br>16.00 | 9<br>F<br>19.00 | 10<br>Ne<br>20.18 |
| 11<br>Na<br>22.99 | 12<br>Mg<br>24.31 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13<br>Al<br>26.98 | 14<br>Si<br>28.09 | 15<br>P<br>30.97 | 16<br>S<br>32.06 | 17<br>Cl<br>35.45 | 18<br>Ar<br>39.95 |
| 19<br>K<br>39.10 | 20<br>Ca<br>40.08 | 21<br>Sc<br>44.96 | 22<br>Ti<br>47.87 | 23<br>V<br>50.94 | 24<br>Cr<br>52.00 | 25<br>Mn<br>54.94 | 26<br>Fe<br>55.85 | 27<br>Co<br>58.93 | 28<br>Ni<br>58.69 | 29<br>Cu<br>63.55 | 30<br>Zn<br>65.38 | 31<br>Ga<br>69.72 | 32<br>Ge<br>72.63 | 33<br>As<br>74.92 | 34<br>Se<br>78.97 | 35<br>Br<br>79.90 | 36<br>Kr<br>83.80 |
| 37<br>Rb<br>85.47 | 38<br>Sr<br>87.62 | 39<br>Y<br>88.91 | 40<br>Zr<br>91.22 | 41<br>Nb<br>92.91 | 42<br>Mo<br>95.95 | 43<br>Tc<br>- | 44<br>Ru<br>101.1 | 45<br>Rh<br>102.9 | 46<br>Pd<br>106.4 | 47<br>Ag<br>107.9 | 48<br>Cd<br>112.4 | 49<br>In<br>114.8 | 50<br>Sn<br>118.7 | 51<br>Sb<br>121.8 | 52<br>Te<br>127.6 | 53<br>I<br>126.9 | 54<br>Xe<br>131.3 |
| 55<br>Cs<br>132.9 | 56<br>Ba<br>137.3 | 57-71 | 72<br>Hf<br>178.5 | 73<br>Ta<br>180.9 | 74<br>W<br>183.8 | 75<br>Re<br>186.2 | 76<br>Os<br>190.2 | 77<br>Ir<br>192.2 | 78<br>Pt<br>195.1 | 79<br>Au<br>197.0 | 80<br>Hg<br>200.6 | 81<br>Tl<br>204.4 | 82<br>Pb<br>207.2 | 83<br>Bi<br>209.0 | 84<br>Po<br>- | 85<br>At<br>- | 86<br>Rn<br>- |
| 87<br>Fr<br>- | 88<br>Ra<br>- | 89-103 | 104<br>Rf<br>- | 105<br>Db<br>- | 106<br>Sg<br>- | 107<br>Bh<br>- | 108<br>Hs<br>- | 109<br>Mt<br>- | 110<br>Ds<br>- | 111<br>Rg<br>- | 112<br>Cn<br>- | 113<br>Nh<br>- | 114<br>Fl<br>- | 115<br>Mc<br>- | 116<br>Lv<br>- | 117<br>Ts<br>- | 118<br>Og<br>- |

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

## РАСТВОРИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ (при t=25°C) И ИХ МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ИЛИ ФОРМУЛЬНЫЕ МАССЫ

| АНИОНЫ | КАТИОНЫ | $H^+$ | $NH_4^+$ | $Li^+$ | $Rb^+$ | $K^+$ | $Ba^{2+}$ | $Sr^{2+}$ | $Ca^{2+}$ | $Na^+$ | $Mg^{2+}$ | $Be^{2+}$ | $Al^{3+}$ | $Mn^{2+}$ | $Zn^{2+}$ | $Cr^{2+}$ | $Cr^{3+}$ | $Fe^{2+}$ | $Fe^{3+}$ | $Cd^{2+}$ | $Co^{2+}$ | $Co^{3+}$ | $Ni^{2+}$ | $Sn^{2+}$ | $Pb^{2+}$ | $Cu^{2+}$ | $Ag^+$ | $Hg^{2+}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $OH^-$ | 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 |
| $H_2PO_4^-$ | ДИГИДРОФОСФАТ- | 98 | 115 | 104 | 182 | 136 | 331 | 282 | 234 | 120 | 218 | 203 | 318 | 249 | 259 | ? | ? | 250 | ? | 306 | ? | ? | ? | 313 | 401 | ? | 205 | 395 |
| $CH_3COO^-$ | 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 |
| $Cr_2O_7^{2-}$ | 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 |
| $MnO_4^-$ | ПЕРМАНГАНАТ- | 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

| РАДИКАЛЫ | | ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | -H | -Cl | -Br | -OH | $-NO_2$ | $-NH_2$ | -CHO | -COOH | $-C_6H_5$ |
| $CH_3-$ | МЕТИЛ– | 16 | 50 | 95 | 32 | 61 | 31 | 44 | 60 | 92 |
| $C_2H_5-$ | ЭТИЛ– | 30 | 65 | 109 | 46 | 75 | 45 | 58 | 74 | 106 |
| $C_3H_7-$ | ПРОПИЛ– | 44 | 79 | 123 | 60 | 89 | 59 | 72 | 88 | 120 |
| $C_4H_9-$ | БУТИЛ– | 58 | 93 | 137 | 74 | 103 | 73 | 86 | 102 | 134 |
| $CH_2=CH-$ | ВИНИЛ– | 28 | 63 | 107 | – | 73 | 43 | 56 | 72 | 104 |
| $C_6H_5-$ | ФЕНИЛ– | 78 | 113 | 157 | 94 | 123 | 93 | 106 | 122 | 154 |
| $CH_3CO-$ | АЦЕТИЛ– | 44 | 78 | 123 | 60 | 89 | 59 | 72 | 88 | 120 |

РАСТВОРЯЕТСЯ (>1 г на 100 г воды)

МАЛО РАСТВОРЯЕТСЯ (от 0,1 г до 1 г на 100 г воды)

НЕ РАСТВОРЯЕТСЯ (< 0,1 г на 100 г воды)

РАЗЛАГАЕТСЯ В ВОДЕ

249 НЕТ ДАННЫХ О РАСТВОРИМОСТИ

? НЕТ ДАННЫХ О СУЩЕСТВОВАНИИ ВЕЩЕСТВА

### РЯД ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ

| 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\chi$ | 0,63 | 0,69 | 0,72 | 0,80 | 0,82 | 0,86 | 0,86 | 1,08 | 1,22 | 1,28 | 1,29 | 1,29 | 1,31 | 1,35 | 1,43 | 1,57 | 1,63 | 1,66 | 1,82 | 1,86 | 1,92 | 1,98 | 2,07 | 2,27 | 2,41 | 2,45 | 2,50 | 2,58 | 2,60 | 2,82 | 2,86 | 3,91 | 4,29 |
| $E_c$ | 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 |

$\chi$ – ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ ПО А.С.ПОВАРЕННЫХ (ДЛЯ УГЛЕРОДА $\chi$=2,5)

$E_c$ – СРОДСТВО К ЭЛЕКТРОНУ, в кДж/МОЛЬ

Составитель – Г.П. Лапаев;
© Составление, дизайн – Г.П. Лапаев, 1997
Компьютерный набор – Р.Р. Файзулин

129041, Москва, Проспект мира, д.68
ООО "Каллиграф", 2002
Подп. в печать 02.09.2002. Печать офс. Зак. 542
Тип. "Р-Мастер". Изд. 2", испр. и доп.

## Задача 1 (7 баллов)

5,44 г нерастворившегося остатка образуется при обработке 26 г смеси $CaCO_3$, $CaSO_4$ и $Ca(OH)_2$ соляной кислотой. Также выделяется 3,36 л газа (н.у.)

4. Вычислите какое количество вещества газа выделяется. (1 балл)
5. Напишите все реакции. (3 балла)
6. Найдите массовую долю $Ca(OH)_2$ в смеси. (3 балла)

## Задача 2 (8 баллов)

Соединение X имеет характерный оранжевый цвет и состоит из органической и неорганической части. В своем составе он содержит 1,935% углерода, 2,25% азота, 33,39% свинца и 0,967% водорода и остальное йод. Также известно, что органическая часть и неорганическая часть соединена ионной связью.

4) Найдите вещество X, напишите правильную формулу соединения (4,5 балла)
5) Покажите где находится ионная связь (1,5 балла)
6) Предложите метод синтеза этого соединения (2 балла)

## Задача 3 (11 баллов)

Пока вы ребенок, для вас Зима – магическая пора чудес, снежных замков и ворчливых снеговиков. Как только вы начинаете взрослеть и заботиться о своих житейских делах, вам начинает надоедать снег на тротуаре из-за которого вы идете как пингвин (что довольно медленно) или снег на дорогах, из-за которых вашу машину водит из стороны в сторону. Кто-то скажет это неотъемлемая часть зимы, а кто-то воспользуется нашими знаниями о коллигативных свойствах растворов и будет посыпать дороги солью, дабы снег растаял.

Для начала, нам нужно познакомиться с необычной метрикой измерения концентрации: моляльностью.

$$m = \text{моляльность} = \frac{v_{\text{моль растворенного в-ва}}}{m_{\text{кг растворителя}}}$$

5. Посчитайте моляльность 10% (по массе) раствора NaCl в воде (2 балла)
6. Одна из наиболее распространенных метрик концентрации – молярность. Выведите формулу для конвертации молярной концентрации ($c$) в моляльность ($m$), если вам известна плотность раствора ($\rho$ в кг/л) и молярная масса растворенного вещества ($M_2$ в $\frac{\text{г}}{\text{моль}}$). (5 баллов)

Феномен понижения температуры замерзания наблюдается при растворении нелетучего вещества в растворителе, в результате чего понижается давление насыщенного пара, а вместе с ним и понижается температура равновесия твердое-жидкость. Именно благодаря этому феномену соленая вода замерзает при более низкой температуре, по сравнению с чистой водой. Математически, это можно выразить:

$$-\Delta T = K_f \cdot m \cdot i$$

Где $K_f$ – криоскопическая константа, характерная для растворителя, $m$ – моляльность, $i$ – изотонический фактор, равный количеству молекул растворенного в-ва, образующихся при растворении. Например, $i$ для $NaCl$ равен двум, а для $CaCl_2$ равен трем.

7. Запишите уравнения, демонстрирующие почему $i$ равен двум или трем для $NaCl$ и $CaCl_2$. (1 балл)
8. Если в 1000 кг воды растворить мешок поваренной соли (25 кг), при какой температуре будет замерзать раствор? Криоскопическая константа воды равна 1.86 К/(кг моль) (3 балла)

## Задача 4 (10 баллов)

В повседневной жизни вы сталкиваетесь с разными характеристиками жидкостей: объем, масса, температура, цвет и иногда вкус. Как только вы начинаете изучать химию, вы открываете новый параметр: pH раствора. Возможно, он кажется вам абстрактным и незнакомым, но он такой же естественный для любой жидкости, как и ее цвет или масса. Давайте потренируемся с поиском pH разных растворов.

*Напоминаем:* $pH = -\log[H^+]$ *или* $pH = -\log[H_3O^+]$

5. Запишите уравнения диссоциации серной кислоты по двум ступеням ($H_2SO_4$) и найдите $pH$ $0.05M$ раствора серной кислоты считая, что диссоциация по двум ступеням происходит полностью. (2 балла)

Для поиска $pH$ слабых кислот необходимо знать их значение $K_a$, которое имеет форму:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

Где $[HA]$ концентрация непродиссоциированной кислоты, а $[A^-]$ концентрация образующегося кислотного остатка.

6. На самом деле, вторая ступень диссоциации слабой кислоты протекает не полностью. Иными словами, серная кислота по второй ступени считается слабой. Найдите $pH$ 0.05М раствора серной кислоты, если $K_a(2\text{ ступень}) = 1.02 \cdot 10^{-2}$ (3 балла)

$pH$ раствора зависит от температуры. Более конкретно, $K_a$ зависит от температуры, а поскольку $pH$ зависит от $K_a$, то и $pH$ зависит от температуры. Эта зависимость имеет следующий вид:

$$\ln\left(\frac{K_a(T_2)}{K_a(T_1)}\right) = \frac{Q}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

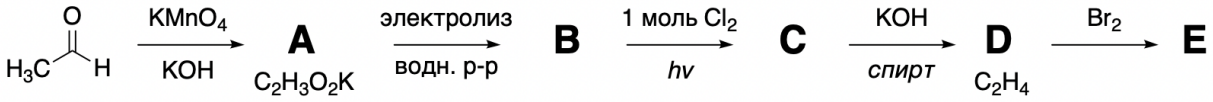
Где Q – теплота процесса диссоциации (в Дж/моль), $K_a(T)$ – значение $K_a$ при температуре $T$ (в кельвинах). $R = 8.314\frac{\text{Дж}}{\text{моль К}}$. *Подсказка*: для перевода температуры из цельсия в кельвины вы можете пользоваться следующей формулой $T(K) = T(C) + 273$

Давайте рассмотрим реакцию автоионизации воды:

$$H_2O \leftrightharpoons H^+ + OH^-$$

7. Найдите теплоту автоионизации воды (в Дж/моль), если теплоемкость воды равна $4.184\frac{\text{Дж}}{\text{г К}}$, а при диссоциации образца воды массой 18 грамм температура водяной бани массой 1 кг уменьшилась на $10.9°C$ (2 балла). *Подсказка:* $Q = cm\Delta T$
8. Найдите pH воды при $25°C$ и $100°C$ если $K_w = 10^{-14}$ при $25°C$. Если вы не смогли найти теплоту автоионизации воды в предыдущем пункте, примите ее равной $-50000$ Дж/моль. (3 балла) *Подсказка:* $K_w = [H^+][OH^-]$

## Задача 5 (9 баллов)

Органическая химия прекрасна своим разнообразием. Теоретически может существовать $10^{63}$ различных стабильных органических соединений, содержащих 30 атомов углерода или меньше. Вы спросите – а это много? Да! Настолько, что во всей Вселенной не хватит атомов углерода, чтоб сделать хотя бы по одной копии каждой из молекул.

3. Нарисуйте все изомеры с молекулярной формулой $C_3H_6O$ (4 балла)
4. Расшифруйте следующую цепочку превращений и нарисуйте структуры соединений **A**-**E** (5 балла)