**ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

|  |  |
| --- | --- |
| **№вари-анта** | Номера задач, относящихся к данному варианту |
| **1** | 1 | 21 | 41 | 61 | 81 | 101 | 121 | 141 | 161 | 181 | 201 | 221 | 241 | 261 | 281 | 301 |
| **2** | 2 | 22 | 42 | 62 | 82 | 102 | 122 | 142 | 162 | 182 | 202 | 222 | 242 | 262 | 282 | 302 |
| **3** | 3 | 23 | 43 | 63 | 83 | 103 | 123 | 143 | 163 | 183 | 203 | 223 | 243 | 263 | 283 | 303 |
| **4** | 4 | 24 | 44 | 64 | 84 | 104 | 124 | 144 | 164 | 184 | 204 | 224 | 244 | 264 | 284 | 304 |
| **5** | 5 | 25 | 45 | 65 | 85 | 105 | 125 | 145 | 165 | 185 | 205 | 225 | 245 | 265 | 285 | 305 |
| **6** | 6 | 26 | 46 | 66 | 86 | 106 | 126 | 146 | 166 | 186 | 206 | 226 | 246 | 266 | 286 | 306 |
| **7** | 7 | 27 | 47 | 67 | 87 | 107 | 127 | 147 | 167 | 187 | 207 | 227 | 247 | 267 | 287 | 307 |
| **8** | 8 | 28 | 48 | 68 | 88 | 108 | 128 | 148 | 168 | 188 | 208 | 228 | 248 | 268 | 288 | 308 |
| **9** | 9 | 29 | 49 | 69 | 89 | 109 | 129 | 149 | 169 | 189 | 209 | 229 | 249 | 269 | 289 | 309 |
| **10** | 10 | 30 | 50 | 70 | 90 | 110 | 130 | 150 | 170 | 190 | 210 | 230 | 250 | 270 | 290 | 310 |
| **11** | 11 | 31 | 51 | 71 | 91 | 111 | 131 | 151 | 171 | 191 | 211 | 231 | 251 | 271 | 291 | 311 |
| **12** | 12 | 32 | 52 | 72 | 92 | 112 | 132 | 152 | 172 | 192 | 212 | 232 | 252 | 272 | 292 | 312 |
| **13** | 13 | 33 | 53 | 73 | 93 | 113 | 133 | 153 | 173 | 193 | 213 | 233 | 253 | 273 | 293 | 313 |
| **14** | 14 | 34 | 54 | 74 | 94 | 114 | 134 | 154 | 174 | 194 | 214 | 234 | 254 | 274 | 294 | 314 |
| **15** | 15 | 35 | 55 | 75 | 95 | 115 | 135 | 155 | 175 | 195 | 215 | 235 | 255 | 275 | 295 | 315 |
| **16** | 16 | 36 | 56 | 76 | 96 | 116 | 136 | 156 | 176 | 196 | 216 | 236 | 256 | 276 | 296 | 316 |
| **17** | 17 | 37 | 57 | 77 | 97 | 117 | 137 | 157 | 177 | 197 | 217 | 237 | 257 | 277 | 297 | 317 |
| **18** | 18 | 38 | 58 | 78 | 98 | 118 | 138 | 158 | 178 | 198 | 218 | 238 | 258 | 278 | 298 | 318 |
| **19** | 19 | 39 | 59 | 79 | 99 | 119 | 139 | 159 | 179 | 199 | 219 | 239 | 259 | 279 | 299 | 319 |
| **20** | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 |
| **21** | 1 | 22 | 43 | 64 | 85 | 106 | 127 | 148 | 169 | 190 | 211 | 222 | 243 | 264 | 285 | 306 |
| **22** | 2 | 23 | 44 | 65 | 86 | 107 | 128 | 149 | 170 | 191 | 212 | 223 | 244 | 265 | 286 | 307 |
| **23** | 3 | 24 | 45 | 66 | 87 | 108 | 129 | 150 | 171 | 192 | 213 | 224 | 245 | 266 | 287 | 308 |
| **24** | 4 | 25 | 46 | 67 | 88 | 109 | 130 | 151 | 172 | 193 | 214 | 225 | 246 | 267 | 288 | 309 |
| **25** | 5 | 26 | 47 | 68 | 89 | 110 | 131 | 152 | 173 | 194 | 215 | 226 | 247 | 268 | 289 | 310 |
| **26** | 6 | 27 | 48 | 69 | 90 | 111 | 132 | 153 | 174 | 195 | 216 | 227 | 248 | 269 | 290 | 311 |
| **27** | 7 | 28 | 49 | 70 | 91 | 112 | 133 | 154 | 175 | 196 | 217 | 228 | 249 | 270 | 291 | 312 |
| **28** | 8 | 29 | 50 | 71 | 92 | 113 | 134 | 155 | 176 | 197 | 218 | 229 | 250 | 271 | 292 | 313 |
| **29** | 9 | 30 | 51 | 72 | 93 | 114 | 135 | 156 | 177 | 198 | 219 | 230 | 251 | 272 | 293 | 314 |
| **30** | 10 | 31 | 52 | 73 | 94 | 115 | 136 | 157 | 178 | 199 | 220 | 231 | 252 | 273 | 294 | 315 |
| **31** | 11 | 32 | 53 | 74 | 95 | 116 | 137 | 158 | 179 | 200 | 201 | 232 | 253 | 274 | 295 | 316 |
| **32** | 12 | 33 | 54 | 75 | 96 | 117 | 138 | 159 | 180 | 181 | 202 | 233 | 254 | 275 | 296 | 317 |
| **33** | 13 | 34 | 55 | 76 | 97 | 118 | 139 | 160 | 161 | 182 | 203 | 234 | 255 | 276 | 297 | 318 |
| **34** | 14 | 35 | 56 | 77 | 98 | 119 | 140 | 141 | 162 | 183 | 204 | 235 | 256 | 277 | 298 | 319 |
| **35** | 15 | 36 | 57 | 78 | 99 | 120 | 121 | 142 | 163 | 184 | 205 | 236 | 257 | 278 | 299 | 320 |
| **36** | 16 | 37 | 58 | 79 | 100 | 101 | 122 | 143 | 164 | 185 | 206 | 237 | 258 | 279 | 300 | 301 |
| **37** | 17 | 38 | 59 | 80 | 81 | 102 | 123 | 144 | 165 | 186 | 207 | 238 | 259 | 280 | 281 | 302 |
| **38** | 18 | 39 | 60 | 65 | 86 | 107 | 128 | 145 | 166 | 187 | 208 | 239 | 260 | 261 | 282 | 303 |
| **39** | 19 | 40 | 44 | 66 | 87 | 108 | 129 | 146 | 167 | 188 | 209 | 240 | 241 | 262 | 283 | 304 |
| **40** | 20 | 23 | 45 | 67 | 88 | 109 | 130 | 147 | 168 | 189 | 210 | 221 | 242 | 263 | 284 | 305 |
| **41** | 2 | 24 | 46 | 68 | 89 | 110 | 131 | 148 | 169 | 190 | 201 | 223 | 241 | 265 | 281 | 306 |
| **42** | 3 | 25 | 47 | 69 | 90 | 111 | 132 | 149 | 170 | 191 | 202 | 224 | 242 | 266 | 282 | 307 |
| **43** | 4 | 26 | 48 | 70 | 91 | 112 | 133 | 150 | 171 | 192 | 203 | 225 | 243 | 267 | 283 | 308 |
| **44** | 5 | 27 | 49 | 71 | 92 | 113 | 134 | 151 | 172 | 193 | 204 | 226 | 244 | 268 | 284 | 309 |
| **45** | 6 | 28 | 50 | 72 | 93 | 114 | 135 | 152 | 173 | 194 | 205 | 227 | 245 | 269 | 285 | 310 |
| **46** | 7 | 29 | 51 | 73 | 94 | 115 | 136 | 153 | 174 | 195 | 206 | 228 | 246 | 270 | 286 | 311 |
| **47** | 8 | 30 | 52 | 74 | 95 | 116 | 137 | 154 | 175 | 196 | 207 | 229 | 247 | 271 | 287 | 312 |
| **48** | 9 | 31 | 53 | 75 | 96 | 117 | 138 | 155 | 176 | 197 | 208 | 230 | 248 | 272 | 288 | 313 |
| **49** | 10 | 32 | 54 | 76 | 97 | 118 | 139 | 156 | 177 | 198 | 209 | 231 | 249 | 273 | 289 | 314 |
| **50** | 11 | 33 | 55 | 77 | 98 | 119 | 140 | 157 | 178 | 199 | 210 | 232 | 250 | 274 | 290 | 315 |
| **51** | 12 | 34 | 56 | 78 | 99 | 120 | 122 | 158 | 179 | 200 | 211 | 233 | 251 | 275 | 291 | 316 |
| **52** | 13 | 35 | 57 | 79 | 100 | 103 | 121 | 159 | 180 | 182 | 212 | 234 | 252 | 276 | 292 | 317 |
| **53** | 14 | 36 | 58 | 80 | 85 | 104 | 123 | 160 | 161 | 183 | 213 | 235 | 253 | 277 | 293 | 318 |
| **54** | 15 | 37 | 59 | 61 | 84 | 105 | 124 | 141 | 162 | 184 | 214 | 236 | 254 | 278 | 294 | 319 |
| **55** | 16 | 38 | 60 | 62 | 83 | 106 | 125 | 143 | 163 | 185 | 215 | 237 | 255 | 279 | 295 | 320 |
| **56** | 17 | 33 | 41 | 63 | 82 | 101 | 126 | 142 | 164 | 186 | 216 | 238 | 256 | 280 | 296 | 301 |
| **57** | 18 | 40 | 42 | 61 | 81 | 102 | 127 | 144 | 165 | 187 | 217 | 239 | 257 | 271 | 297 | 302 |
| **58** | 19 | 21 | 43 | 62 | 87 | 103 | 128 | 145 | 166 | 188 | 218 | 240 | 258 | 272 | 298 | 303 |
| **59** | 20 | 22 | 41 | 63 | 88 | 104 | 129 | 146 | 167 | 189 | 219 | 223 | 259 | 273 | 299 | 304 |
| **60** | 1 | 24 | 42 | 64 | 89 | 105 | 130 | 147 | 168 | 190 | 220 | 222 | 260 | 274 | 300 | 305 |
| **61** | 3 | 25 | 43 | 65 | 90 | 106 | 131 | 148 | 169 | 191 | 201 | 221 | 250 | 275 | 281 | 301 |
| **62** | 4 | 26 | 44 | 66 | 91 | 107 | 132 | 149 | 170 | 192 | 202 | 222 | 251 | 276 | 282 | 302 |
| **63** | 5 | 27 | 45 | 67 | 92 | 108 | 133 | 150 | 171 | 193 | 203 | 223 | 252 | 277 | 283 | 303 |
| **64** | 6 | 28 | 46 | 68 | 93 | 109 | 134 | 151 | 172 | 194 | 204 | 224 | 253 | 278 | 284 | 304 |
| **65** | 7 | 29 | 47 | 69 | 94 | 110 | 135 | 152 | 173 | 195 | 205 | 225 | 254 | 279 | 285 | 305 |
| **66** | 8 | 30 | 48 | 70 | 95 | 111 | 136 | 153 | 174 | 196 | 206 | 226 | 255 | 280 | 286 | 306 |
| **67** | 9 | 31 | 49 | 71 | 96 | 112 | 137 | 154 | 175 | 197 | 207 | 227 | 256 | 261 | 287 | 307 |
| **68** | 10 | 32 | 50 | 72 | 97 | 113 | 138 | 155 | 176 | 198 | 208 | 228 | 257 | 262 | 288 | 308 |
| **69** | 11 | 33 | 51 | 73 | 98 | 114 | 139 | 156 | 177 | 199 | 209 | 229 | 258 | 263 | 289 | 309 |
| **70** | 12 | 34 | 52 | 74 | 99 | 115 | 140 | 157 | 178 | 200 | 210 | 230 | 259 | 264 | 290 | 310 |
| **71** | 13 | 35 | 53 | 75 | 100 | 116 | 121 | 158 | 179 | 181 | 211 | 231 | 260 | 265 | 291 | 311 |
| **72** | 14 | 36 | 54 | 76 | 86 | 117 | 122 | 159 | 180 | 182 | 212 | 232 | 241 | 266 | 292 | 312 |
| **73** | 15 | 37 | 55 | 77 | 85 | 118 | 123 | 160 | 162 | 183 | 213 | 233 | 242 | 267 | 293 | 313 |
| **74** | 16 | 38 | 56 | 78 | 84 | 119 | 124 | 142 | 161 | 184 | 214 | 234 | 243 | 268 | 294 | 314 |
| **75** | 17 | 39 | 57 | 79 | 83 | 120 | 125 | 141 | 163 | 185 | 215 | 235 | 244 | 269 | 295 | 315 |
| **76** | 18 | 40 | 58 | 80 | 82 | 101 | 126 | 143 | 164 | 186 | 216 | 236 | 245 | 270 | 296 | 316 |
| **77** | 19 | 23 | 59 | 61 | 81 | 102 | 127 | 144 | 165 | 187 | 217 | 237 | 246 | 271 | 297 | 317 |
| **78** | 20 | 21 | 60 | 62 | 100 | 103 | 128 | 145 | 166 | 188 | 218 | 238 | 247 | 272 | 298 | 318 |
| **79** | 4 | 22 | 51 | 63 | 99 | 104 | 129 | 146 | 167 | 189 | 219 | 239 | 248 | 273 | 300 | 319 |
| **80** | 5 | 23 | 52 | 64 | 98 | 105 | 130 | 147 | 168 | 190 | 200 | 240 | 249 | 274 | 281 | 320 |
| **81** | 6 | 24 | 53 | 65 | 97 | 106 | 131 | 148 | 169 | 191 | 201 | 231 | 250 | 275 | 282 | 301 |
| **82** | 7 | 25 | 54 | 66 | 96 | 107 | 132 | 149 | 170 | 192 | 202 | 232 | 251 | 276 | 283 | 302 |
| **83** | 8 | 26 | 55 | 67 | 95 | 108 | 133 | 150 | 171 | 193 | 203 | 233 | 252 | 277 | 284 | 303 |
| **84** | 9 | 27 | 56 | 68 | 94 | 109 | 134 | 151 | 172 | 194 | 204 | 234 | 253 | 278 | 285 | 304 |
| **85** | 10 | 28 | 57 | 69 | 93 | 110 | 135 | 152 | 173 | 195 | 205 | 235 | 254 | 279 | 286 | 305 |
| **86** | 11 | 29 | 58 | 70 | 92 | 111 | 136 | 153 | 174 | 196 | 206 | 236 | 255 | 280 | 287 | 306 |
| **87** | 12 | 30 | 59 | 71 | 91 | 112 | 137 | 154 | 175 | 197 | 207 | 237 | 256 | 264 | 288 | 307 |
| **88** | 13 | 31 | 60 | 72 | 90 | 113 | 138 | 155 | 176 | 198 | 208 | 238 | 257 | 265 | 289 | 308 |
| **89** | 14 | 32 | 41 | 73 | 89 | 114 | 139 | 156 | 177 | 199 | 209 | 239 | 258 | 266 | 290 | 309 |
| **90** | 15 | 33 | 42 | 74 | 88 | 115 | 140 | 157 | 178 | 200 | 210 | 240 | 259 | 267 | 291 | 310 |
| **91** | 16 | 34 | 43 | 75 | 87 | 116 | 131 | 158 | 179 | 181 | 201 | 221 | 260 | 268 | 292 | 311 |
| **92** | 17 | 35 | 44 | 76 | 86 | 117 | 132 | 159 | 180 | 182 | 202 | 222 | 241 | 269 | 293 | 312 |
| **93** | 18 | 36 | 45 | 77 | 85 | 118 | 133 | 160 | 161 | 183 | 203 | 223 | 242 | 270 | 294 | 313 |
| **94** | 19 | 37 | 46 | 78 | 84 | 119 | 134 | 141 | 162 | 184 | 204 | 224 | 243 | 261 | 295 | 314 |
| **95** | 20 | 38 | 47 | 79 | 83 | 120 | 135 | 142 | 163 | 185 | 205 | 225 | 244 | 262 | 296 | 315 |
| **96** | 1 | 39 | 48 | 80 | 82 | 110 | 136 | 143 | 164 | 186 | 206 | 226 | 245 | 263 | 297 | 316 |
| **97** | 2 | 40 | 49 | 61 | 81 | 111 | 137 | 144 | 165 | 187 | 207 | 227 | 246 | 271 | 298 | 317 |
| **98** | 3 | 24 | 50 | 62 | 100 | 112 | 138 | 145 | 166 | 188 | 208 | 228 | 247 | 272 | 299 | 318 |
| **99** | 4 | 25 | 51 | 63 | 99 | 113 | 139 | 146 | 167 | 189 | 209 | 229 | 248 | 273 | 300 | 319 |
| **100** | 5 | 26 | 52 | 64 | 98 | 114 | 140 | 147 | 168 | 190 | 210 | 230 | 249 | 274 | 281 | 320 |

# 1. МОЛЬ. КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА ЭКВИВАЛЕНТА (ЭКВИВАЛЕНТ) И МОЛЯРНАЯ МАССА ЭКВИВАЛЕНТА (ЭКВИВАЛЕНТНАЯ МАССА) ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ ВЕЩЕСТВ. ЗАКОН ЭКВИВАЛЕНТОВ

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Определите количество вещества эквивалента и молярную массу эквивалентов фосфора, кислорода и брома в соединениях РН3, Н2О, НВг.
2. В какой массе NaOH содержится то же количество эквивалентов, что и в 140 г КОН.
3. Из 1,35 г оксида металла получается 3,15 г его нитрата. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла.
4. Из 1,3 гидроксида металла получается 2,85 г его сульфата. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла.
5. Оксид трехвалентного элемента содержит 31,58% кислорода. Вычислите молярную массу эквивалента, молярную и атомную массы этого элемента.
6. Чему равен при н.у. эквивалентный объем водорода? Вычислите молярную массу эквивалента металла, если на восстановление 1,017 г его оксида израсходовалось 0,28 л водорода (н.у.).
7. Вычислите в молях: а) 6,02∙1022 молекул С2Н2; б) 1,80∙1024 атомов азота; в) 3,01∙1023 молекул NH3. Какова молярная масса
указанных веществ?
8. 8. Вычислите количество вещества эквивалента и молярную массу эквивалента Н3РО4 в реакциях образования:
 а) гидрофосфата; б) дигидрофосфата; в) ортофосфата.
9. В 2,48 г оксида одновалентного металла содержится 1,84 г металла. Вычислите молярную массу эквивалента металла и его оксида. Чему равна молярная и относительная атомная масса этого металла?
10. Чему равен при н.у. эквивалентный объем кислорода? На сжигание 1,5 г двухвалентного металла требуется 0,69 л кислорода (н.у.). Вычислите молярную массу эквивалента, молярную массу и относительную атомную массу этого металла.
11. Из 3,31 г нитрата металла получается 2,78 г его хлорида. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла.
12. Напишите уравнение реакций Fe(OH)3 с хлороводородной (соляной) кислотой, при которых образуются следующие соединения железа: а) хлорид дигидроксожелеза; б) дихлорид гидроксожелеза;
 в) трихлорид железа. Вычислите количество вещества эквивалента и молярную массу эквивалента Fe(OH)3 в каждой из этих реакций.
13. Избытком гидроксида калия подействовали на растворы:
а) дигидрофосфата калия; б) нитрата дигидроксовисмута (III). Напишите уравнение реакций этих веществ с КОН и определите количество вещества эквивалентов и молярные массы эквивалента.
14. В каком количестве Сг(ОН)3 содержится столько же эквивалентов, сколько в 174,96 г Mg(OH)2?
15. Избытком хлороводородной (соляной) кислоты подействовали на растворы:
а) гидрокарбоната кальция; б) дихлорида гидроксоалюминия. Напишите уравнения реакций этих веществ с НС1 и определите количество вещества эквивалентов и молярные массы эквивалента.
16. При окислении 16,74 г двухвалентного металла образовалось 21,54 г оксида. Вычислите молярные массы эквивалента металла и его оксида. Чему равны молярная и относительная атомная массы металла?
17. При взаимодействии 3,24 г трехвалентного металла с кислотой выделяется 4,03 л водорода (н.у.). Вычислите молярную массу эквивалента, молярную и относительную атомную массы металла.
18. Исходя из молярной массы углерода и воды, определите абсолютную массу атома углерода и молекулы воды в граммах.
19. На нейтрализацию 9,797 г ортофосфорной кислоты израсходовано 7,998 г NaOH. Вычислите количество вещества эквивалента, молярную массу эквивалента и основность НзРО4 в этой реакции. На основании расчета напишите уравнение реакции.
20. На нейтрализацию 0,943 г фосфористой кислоты Н3РО3 израсходовано 1,291 г КОН. Вычислите количество вещества эквивалента, молярную массу эквивалента и основность кислоты. На основании расчета напишите уравнение реакции.

2. СТРОЕНИЕ АТОМА

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Напишите электронные формулы атомов элементов порядковыми номерами 9 и 28. Покажите распределение элементов этих атомов по квантовым ячейкам. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?
2. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 16 и 26. Распределите электроны этих атомов по квантовым ячейкам. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?
3. Какое максимальное число электронов могут иметь *s-, р-, d- и f-*орбитали данного энергетического уровня? Почему? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 31.
4. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 25 и 34. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?
5. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: *4s* или *3d; 5s* или *4р*? Почему? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 21.
6. Изотоп никеля-57 образуется при бомбардировке ***α****-*частицами ядер атомов железа-54. Составьте уравнение этой ядерной реакции и напишите его в сокращенной форме.
7. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: *4d* или *5s; 6s* или *5р7* Почему? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 43.
8. Что такое изотопы? Чем можно объяснить, что у
большинства элементов периодической системы атомные массы выражаются дробным числом? Могут ли атомы разных элементов иметь одинаковую массу? Как называются подобные атомы?
9. Изотоп кремния-30 образуется при бомбардировке ***α****-*частицами ядер атомов алюминия-27. Составьте уравнение этой ядерной реакции и напишите его в сокращенной форме.
10. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 14 и 40. Сколько свободных *Зd-*орбиталей у атомов последнего элемента?
11. Изотоп углерода-11 образуется при бомбардировке протонами ядер атомов азота-14. Составьте уравнение этой ядерной реакции и напишите его в сокращенной форме.
12. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 15 и 28. Чему равен максимальный спин *p-*электронов у атомов первого и *d-*электронов у атомов второго элемента?
13. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 21 и 23. Сколько свободных *Зd*-орбиталей в атомах этих элементов?
14. Сколько и какие значения может принимать магнитное квантовое число ***m1*** при орбитальном числе ***l*** = 0, 1, 2 и 3? Какие элементы в периодической системе называют *s—, p-, d-* и *f-* элементами? Приведите примеры.
15. Какие значения могут принимать квантовые числа ***п, l, m1* *ms,***характеризующие состояние электронов в атоме? Какие значения они принимают для внешних электронов атома магния?
16. Какие из электронных формул, отражающих строение невозбужденного атома некоторого элемента, неверны:
а) *1s22s22p53s1* б) *Is22s22p6;* в) *1s22s22p63s23p63d4;* г) *1s22s22p63s23p64s2;*д) *Is22s22p63s23d2?* Почему? Атомам каких элементов отвечают
правильно составленные электронные формулы?
17. Напишите электронные формулы атомов элементов c порядковыми номерами 24 и 33, учитывая, что у первого происходит «провал» одного
4s-электрона на Зd-подуровень. Чему равен максимальный спин
d-электронов у атомов первого и р-электронов у атомов второго элемента?
18. Квантовые числа для электронов внешнего энергетического
уровня атомов некоторых элементов имеют следующие значения:
*п* = 4;*l* = 0; *тl* = 0; *ms= ± 1/2*. Напишите электронные формулы атомов этих элементов и определите, сколько свободных *3d-* орбиталей содержит каждый из них.
19. В чем заключается принцип Паули? Может ли быть на каком-нибудь подуровне атома *р7-* или *d*12-электронов? Почему? Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 22 и укажите его валентные электроны.
20. Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 32 и 42, учитывая, что у последнего происходит «провал» одного 5s-электрона на *4d*-подуровень. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

# 3. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Исходя из положения германия и технеция в периодической системе составьте формулы мета- и ортогерманиевой кислот, и оксида технеция, отвечающие их высшей степени окисления. Изобразите формулы этих соединений графически.
2. Исходя из положения германия, молибдена и рения в периодической системе, составьте формулы водородного соединения германия, оксида молибдена и рениевой кислоты, отвечающие их высшей степени окисления. Изобразите формулы этих соединений графически .
3. Составьте формулы оксидов и гидроксидов элементов третьего периода периодической системы, отвечающих их высшей степени окисления. Как изменяется кислотно-основной характер этих соединений при переходе от натрия к хлору? Напишите уравнения реакций, доказывающих амфотерность гидроксида алюминия.
4. Марганец образует соединения, в которых он проявляет степень окисления +2, +3, +4, +6, +7. Составьте формулы его оксидов и гидроксидов, отвечающих этим степеням окисления. Напишите уравнения реакций, доказывающих амфотерность гидроксида марганца(IV).
5. Какую низшую степень окисления проявляют хлор, сера, азот и углерод? Почему? Составьте формулы соединений алюминия с данными элементами в этой степени окисления. Как называются соответствующие соединения?
6. Исходя из положения металла в периодической системе, дайте мотивированный ответ на вопрос: какой из двух гидроксидов более сильное основание: Ba(OH)2 или Mg(OH)2; Ca(OH)2 или Fe(OH)2; Cd(OH)2 или Sr(OH)2?
7. Исходя из степени окисления атомов соответствующих элементов, дайте мотивированный ответ на вопрос: какой из двух гидроксидов является более сильным основанием: CuOH или Cu(OH)2; Fe(OH)2 или Fe(OH)3; Sn(OH)2 или Sn(OH)4? Напишите уравнения реакций, доказывающих амфотерность гидроксида олова (II).
8. Какую низшую и высшую степени окисления проявляют кремний, мышьяк, селен и хлор? Почему? Составьте формулы соединений данных элементов, отвечающих этим степеням окисления.
9. Хром образует соединения, в которых он проявляет степени окисления +2, +3, +6. Составьте формулы его оксидов и гидроксидов, отвечающих этим степеням окисления. Напишите уравнения реакций, доказывающих амфотерность гидроксида хрома (III).
10. Какую низшую и высшую степени окисления проявляют углерод, фосфор, сера и иод? Почему? Составьте формулы соединений данных элементов, отвечающих этим степеням окисления.
11. Атомы каких элементов четвертого периода периодической системы образуют оксид, отвечающий их высшей степени окисления Э2О5? Какой из них дает газообразное соединение с водородом? Составьте формулы кислот, отвечающих этим оксидам и изобразите их графически?
12. Какую химическую связь называют ковалентной? Чем можно объяснить направленность ковалентной связи? Как метод валентных связей (ВС) объясняет строение молекулы воды?'
13. Какую ковалентную связь называют полярной? Что служит количественной мерой полярности ковалентной связи? Исходя из значений электроотрицательности атомов соответствующих элементов, определите, какая из связей: HCl, ICl, BrF — наиболее полярна.
14. Какой способ образования ковалентной связи называют донорно-акцепторным? Какие химические связи имеются в ионах NH+4 и BF? Укажите донор и акцептор.
15. Какую ковалентную связь называют σ-связью и
какую − π-связью? Разберите на примере строения молекулы азота.
16. Сколько неспаренных электронов имеет атом хлора в нормальном и возбужденном состояниях? Распределите эти электроны по квантовым ячейкам. Чему равна валентность хлора, обусловленная неспаренными электронами?
17. Распределите электроны атома серы по квантовым ячейкам. Сколько неспаренных электронов имеют ее атомы в нормальном и возбужденном состояниях? Чему равна валентность серы, обусловленная неспаренными электронами?
18. Какие кристаллические структуры называют ионными, атомными, молекулярными и металлическими? Кристаллы каких веществ - алмаз, хлорид натрия, диоксид углерода, цинк - имеют указанные структуры?
19. Какую химическую связь называют водородной? Между молекулами каких веществ она образуется? Почему Н2О и HF, имея меньшую молекулярную массу, плавятся и кипят при более высоких температурах, чем их аналоги?
20. Что следует понимать под степенью окисления атома? Определите степень окисления атома углерода и его валентность, обусловленную числом неспаренных электронов, в соединениях СН4, СНзОН, НСООН, СО2.
21. Какую химическую связь называют ковалентной? Чем можно объяснить направленность ковалентной связи? Как метод валентных связей (ВС) объясняет строение молекулы воды?

4. ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ (ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ)

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Вычислите количество теплоты, которое выделится при восстановлении Fе2Оз металлическим алюминием, если было получено 335,1 г железа.
2. Газообразный этиловый спирт С2Н5ОН можно получить при взаимодействии этилена C2H4 (r) и водяных паров. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, предварительно вычислив ее тепловой эффект.
3. Вычислите тепловой эффект реакции восстановления оксида железа (II) водородом, исходя из следующих термохимических уравнений:
FеО(к) + СО(г) = Fе(к) + СО2(г); ΔH= -13,18 кДж;

СО(г) + О2 (r) = СO2(г); ΔH= -283,0 кДж;

(Н2)(г) +  O2(г) = НО0(г); ΔH= -241,83 кДж.

1. При взаимодействии газообразных сероводорода и диоксида углерода образуются пары воды и сероуглерод CS2(r). Напишите термохимическое уравнение этой реакции, предварительно вычислите ее тепловой эффект.
2. Напишите термохимическое уравнение реакции между СО(г) и водородом, в результате которой образуются СН4(г) и Н2О(г). Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 67,2 л метана в пересчете на нормальные условия?
3. Тепловой эффект какой реакции равен теплоте образования NO? Вычислите теплоту образования NO, исходя из следующих термохимических уравнений:

4 NH3 + 5О2 (г) = 4NO(r) + 6Н2О(ж); ΔH = -1168,80 кДж;

4 NH3 + 3О2(r) = 2N2(r) + 6Н2О(ж); ΔH = -1530,28 кДж.

1. Кристаллический хлорид аммония образуется при взаимодействии газообразных аммиака и хлороводорода. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, предварительно вычислив ее тепловой эффект. Сколько теплоты выделится, если в реакции было израсходовано 10 л аммиака в пересчете на нормальные условия?
2. Тепловой эффект какой реакции равен теплоте образования метана? Вычислите теплоту образования метана, исходя из следующих термохимических уравнений:

Н2 (г) + 0,5 О2(г) = Н2О(ж); ΔH= -285,84 кДж;

С(к) + О2(г) *=* СО2(г); ΔH= -393,51 кДж;

СН4 (г) + 2 О2(г) = 2 Н2О(ж) + CО2(г); ΔH*=* -890,31 кДж.

1. Тепловой эффект какой реакции равен теплоте образования гидроксида кальция? Вычислите теплоту образования гидроксида кальция, исходя из следующих термохимических уравнений:
Са(к) + 0,5 О2 (г) = СаО(к); ΔH= -635,60 кДж;

Н2 (г) +0,5 O2 (г) = Н2О(ж); ΔH= -285,84 кДж;

СаО(к) + Н2О(ж) = Са(ОН)2(к); ΔH= -65,06 кДж.

1. Тепловой эффект реакции сгорания жидкого бензина с образованием паров воды и диоксида углерода равен -3135,58 кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции и вы­числите теплоту образования С6Н6(ж).
2. Вычислите, сколько теплоты выделится при сгорании 165 л (н.у.) ацетилена С2Н2, если продуктами сгорания являются диок­сид углерода и пары воды?
3. При сгорании газообразного аммиака образуются пары воды и оксид азота. Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 44,8 л NO в пересчете на нормальные условия?
4. Реакция горения метилового спирта выражается термохимическим уравнением
СНзОН(ж) +1,5О2(г) =CO2(r) + 2 H2O (ж); ΔH= ?

Вычислите тепловой эффект этой реакции, если известно, что молярная теплота парообразования СН3ОН(ж) равна +37,4 кДж.

1. При сгорании 11,5 г жидкого этилового спирта выделилось 308,71 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение реакции, в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Вычислите теплоту образования С2Н5ОН(ж).
2. Реакция горения бензола выражается термохимическим уравнением
С6Н6(ж) + 7,5 О2 (г) = 6СО2(г) + ЗН2О(г); ΔH= ?

Вычислите тепловой эффект этой реакции, если известно, что молярная теплота парообразования бензола равна +33,9 кДж.

1. Вычислите тепловой эффект и напишите термохимическое уравнение реакции горения 1 моль этана С2Н6 (г*),* в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Сколько теплоты выделится при сгорании 1 м3 этана в пересчете на нормальные условия?
2. Реакция горения аммиака выражается термохимическим уравнением
4NH3(r) + ЗО2 (г) = 2N2(r) + 6Н2О(ж); ΔH= -1530,28 кДж.

Вычислите теплоту образования NНз(г).

1. При взаимодействии 6,3 г железа с серой выделилось 11,31 кДж теплоты. Вычислите теплоту образования сульфида железа FeS.
2. При сгорании 1 л ацетилена (н.у) выделяется 56,053 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение реакции, в результате которой образуются пары воды и диоксида углерода. Вычислите теплоту образования C2H2(г).
3. При получении молярной массы эквивалента гидроксида кальция из СаО(к) и Н2О(ж) выделяется 32,53 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите теплоту образования оксида кальция.

# 5. ЭНЕРГИЯ ГИББСА И НАПРАВЛЕННОСТЬ

# ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Вычислите ΔG для следующих реакций
а) 2 NaF(к) + Сl2(г) = 2 NaCl(к) + F2(г);
б) РЬО2(к) + 2 Zn(к) = РЬ(к) + 2 ZnO(к).

Можно ли получить фтор по реакции (а) и восстановить PbO2 цинком по реакции (б)?

1. При какой температуре наступит равновесие системы
4 НС1(г) + О2(г) 2 Н2О(г) + 2 Сl2(г); ΔH = -114,42 кДж?

Хлор или кислород в этой системе является более сильным окислителем и при какой температуре?

1. Восстановление Fе3О4 оксидом углерода идет по уравнению
Fе3О4(к) + СО(г) *=* З FеО(к) + CO2(r).

Вычислите ΔG и сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания этой реакции при стандартных условиях. Чему равно ΔS0 298 в этом процессе?

1. Реакция горения ацетилена идет по уравнению
 C2H2(г)+O2(г) = 2 СO2(г) + Н2О(ж).

Вычислите ΔG и ΔS. Объясните уменьшение энтропии в результате этой реакции.

1. Уменьшается или увеличивается энтропия при переходах:
а) воды в пар; б) графита в алмаз? Почему? Вычислите ΔSдля каждого превращения. Сделайте вывод о количественном изменении энтропии при фазовых и аллотропических превращениях.
2. Чем можно объяснить, что при стандартных условиях невозможна экзотермическая реакция

Н2(г) + СО2 (г) = CО(г) + Н2Ож); ∆H = -2,85 кДж.

Зная тепловой эффект реакции и абсолютные стандартные энтропии соответствующих веществ, определите ΔG этой реакции.

1. Прямая или обратная реакция будет протекать при стандартных условиях в системе 2 NO(r) + О2(г) 2 NO2 (г). Ответ мотивируйте, вычислив ΔG прямой реакции.
2. Исходя из значений стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ, вычислите ΔG реакции, протекающей по уравнению

NH3(г) + НС1(г) = NH4C1(к).

Может ли эта реакция при стандартных условиях идти самопроизвольно?

1. При какой температуре наступит равновесие системы
СO(г) + 2 Н2(г) СНзОН(ж); ΔH= - 128,05 кДж?
2. При какой температуре наступит равновесие системы
СН4(г) + CO2(r) 2 СО(г) + 2 H2(r); ΔH= +247,37 кДж?
3. На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔG реакции, протекающей по уравнению

4 NH3(r) + 5 O2(г) = 4 NO(г) + 6 Н2O(г).
Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

1. На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔGреакции, протекающей по уравнению

СО2(г) + 4 Н2(г) = CH4(r) + 2 Н2О(ж).
Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

1. Вычислите ΔH°, ΔS°, ΔG° реакции, протекающей по уравнению
Fе2Оз(к) + ЗН2(г) *=* 2Fе(к) + 2H2O(г).
Возможна ли реакция восстановления Fе2О3 водородом при 500 и 2000 К?
2. Какие из карбонатов: ВеСОз, СаСОз или ВаСОз — можно получить при взаимодействии соответствующих оксидов с СО2? Какая реакция идет наиболее энергично? Вывод сделайте, вычислив ΔG0298 реакций.
3. На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔG реакции, протекающей по уравнению

 СО(г) + 3 H2(r) = СН4(г) + Н2О(г).

Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

1. Вычислите ΔH0, ΔS0, ΔG0 реакции, протекающей по уравнению
ТiO2(к) + 2 С(к) = Ti(к) + 2 СО(г).
Возможна ли реакция восстановления TiO2 углеродом при 1000 и 3000 К?
2. На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔG реакции, протекающей по уравнению

 С2H4 (г) + 3 О2(г) = 2 СО2(г) +2 Н2О(ж).

Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

1. Определите, при какой температуре начнется реакция восстановления Fe3O4. протекающая по уравнению

Fе3О4(к) + СО(г) = З FеО(к) + СОз(г); ΔH= +34,55 кДж.

1. Вычислите, при какой температуре начнется диссоциация пентахлорида фосфора, протекающая по уравнению:
PCl5 (г) = РС13(г) + Сl2(г); ΔH= +92,59 кДж.
2. Вычислите изменения энтропии для реакций, протекающих по уравнениям

 2 СН4(г) = C2H2(г) + З Н2(г)
 N2(г) + 3 H2(г) = 2 NH3(г)
 С(графит) + О2(г) = СО2(г)
Почему в этих реакциях 0 >ΔS ≥ 0?

# 6. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И РАВНОВЕСИЕ

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Окисление серы и ее диоксида протекает по уравнениям:
а) S(к) + О2 = SO2(r);

б) 2 SО2(г) + О*2 =* 2 SО3(г).

Как изменится скорость этих реакций, если объемы каждой из систем уменьшить в четыре раза?

1. Напишите выражение для константы равновесия гомогенной системы

N2 + 3 H2 2 NН3.

Как изменится скорость прямой реакции — образования аммиака, если увеличить концентрацию водорода в три раза?

1. Реакция идет по уравнению: N2 + О2 = 2NO.
Концентрации исходных веществ до начала реакции были:
 [N2] = 0,049 моль/л, [O2] *=* 0,01 моль/л. Вычислите концентрацию этих веществ, когда [NO] = 0,005 моль/л.
2. Реакция идет по уравнению N2 + ЗН2 = 2NНз. Концентрации участвующих в ней веществ (моль/л) [N2] = 0,80; [Н2] = 1,5; [NН3] = 0,10. Вычислите концентрацию водорода и аммиака, когда [N2] = 0,5 моль/л.
3. Реакция идет по уравнению Н2 + I2 *=* 2HI. Константа скорости этой реакции при некоторой температуре равна 0,16. Исходные концентрации реагирующих веществ (моль/л): [H2] = 0,04; [I] = 0,05. Вычислите начальную скорость реакции и ее скорость при
 [Н2] = 0,03 моль/л.
4. Вычислите, во сколько раз уменьшится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, если понизить температуру от 120 до 800С? Температурный коэффициент скорости реакции **γ** = 3.
5. Как изменится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, при повышении температуры на 60°С, если температурный коэффициент скорости данной реакции **γ** = 2?
6. В гомогенной системе СО + Cl2 СОCl2 равновесные концентрации реагирующих веществ (моль/л) [СО] = 0,2;
[Сl] =0,3; [СОСl2] = 1,2. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации [Сl]2 и [СО].
7. В гомогенной системе А + 2В С равновесные концентрации реагирующих газов (моль/л) [А] = 0,06; [В] = 0,12; [С] = 0,216. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации веществ А и В.
8. В гомогенной газовой системе А + В С + D равновесие установилось при концентрациях (моль/л) [В] = 0,05 и [С] = 0,02. Константа равновесия системы равна 0,04. Вычислите исходные концентрации веществ А и В.
9. Константа скорости реакции разложения N2O, протекающей по уравнению
2 N2О = 2 N2 *+* О2,

равна 5.10-4. Начальная концентрация N2O равна 6,0 моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и ее скорость, когда разложится 50% N2O.

1. Напишите выражение для константы равновесия гетерогенной системы СО2 + С 2СО. Как изменится скорость прямой реакции — образования СО, если концентрацию СО2 уменьшить в четыре раза? Как следует изменить давление, чтобы повысить выход СО?
2. Напишите выражение для константы равновесия гетерогенной системы С + Н2О(г) СО + Н2. Как следует изменить концентрацию и давление, чтобы сместить равновесие в сторону обратной реакции — образования водяных паров?
3. Равновесие гомогенной системы

4 НС1(г) + О2 2 Н2О(г) + 2 С12(г)

установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ (моль/л) [H2О]p =0,14; [Сl2]р = 0,14; [НС1]р = 0,20; [О2]р = 0,32. Вычислите исходные концентрации хлороводорода и кислорода.

1. Вычислите константу равновесия для гомогенной системы

СО(г) + H2О(r) CО2(r) + H2(r),

если равновесные концентрации реагирующих веществ (моль/л)
[СО]р = 0,004; [Н2О]р = 0,064; [СО2]р = 0,016; [H2]р = 0,016.
Чему равны исходные концентрации воды и СО?

1. Константа равновесия гомогенной системы

СО(г) + Н2О(г) СО*2* (г) + Н2(г)

при некоторой температуре равна 1. Вычислите равновесные концентрации всех реагирующих веществ, если исходные концентрации равны (моль/л) [СО]исх = 0,10; [H2O]ucx = 0,40.

1. Константа равновесия гомогенной системы

N2 + ЗН2 2NH3

при некоторой температуре равна 0,1. Равновесные концентрации водорода и аммиака соответственно равны 0,2 и 0,08 моль/л. Вычислите равновесную и исходную концентрации азота.

1. При некоторой температуре равновесие гомогенной системы

2 NO + О2 2NО2

установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ (моль/л) [NО]p *=* 0,2; [O2]p = 0,1; [NО2]p =0,1 моль. Вычислите константу равновесия и исходную концентрацию NO и О2.

1. Почему при изменении давления смещается равновесие системы N2 + 3 Н2 2NH3 и не смещается равновесие системы

N2 + О2 2NO? Ответ мотивируйте на основании расчета скорости прямой и обратной реакций в этих системах до и после изменения давления. Напишите выражения для констант равновесия каждой из данных систем.

1. Исходные концентрации [N0]иcx и [Сl2]исх в гомогенной системе: 2 NO + Сl2 2 NOC1 составляют соответственно 0,5 и 0,2 моль/л. Вычислите константу равновесия, если к моменту наступления равновесия прореагировало 20% NO.

**7. СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА**

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Вычислите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента 20%-ного раствора хлорида кальция плотностью 1,178 г/см3.
2. Чему равна молярная концентрация эквивалента 30%-ного раствора NaOH плотностью 1,328 г/см3? К 1 л этого раствора прибавили 5 л воды. Вычислите массовую (процентную) долю полученного раствора.
3. К 3 л 10%-ного раствора НNО3 плотностью 1,054 г/см3 прибавили 5 л 2%-ного раствора той же кислоты плотностью 1,009 г/см3. Вычислите массовую (процентную) и молярную концентрации полученного раствора, объем которого равен 8 л.
4. Вычислите молярную концентрацию эквивалента и моляльную концентрацию 20,8%-ного раствора HNO3 плотностью 1,12 г/см3. Сколько граммов кислоты содержится в 4 л этого раствора?
5. Вычислите молярную концентрацию эквивалента, молярную и моляльную концентрации 16%-ного раствора хлорида алюминия плотностью 1,149 г/см3.
6. Сколько и какого вещества останется в избытке, если к 75 см3 0,3 н. раствора H2S04 прибавить 125 см3 0,2 н. раствора КОН?
7. Для осаждения в виде AgCl всего серебра, содержащегося в 100 см3 раствора AgN03, потребуется 50 см3 0,2 н. раствора НС1. Какова молярная концентрация эквивалента раствора AgNO3? Какая масса AgCl выпала в осадок?
8. Какой объем 20,01%-ного раствора НС1 (пл. 1,100 г/см3 ) требуется для приготовления 1 л 10,17%-ного раствора (пл. 1,050 г/см3)?
9. Смешали 10 см3 10%-ного раствора НNО3 (пл. 1,056 г/см3) и 100 см3 30%-ного раствора HN03(пл. 1,184 г/см3). Вычислите массовую (процентную) долю полученного раствора.
10. Какой объем 50%-ного раствора КОН (пл. 1,538 г/см3) требуется для приготовления 3 л 6%-ного раствора (пл. 1,048 г/см3).
11. Какой объем 10%-ного раствора карбоната натрия (пл. 1,105 г/см3) требуется для приготовления 5 л 2%-ного раствора (пл. 1,02 г/см3).
12. На нейтрализацию 31 см3 0,16 н. раствора щелочи требуется 217 см3 раствора H2S04. Чему равны молярная концентрация эквивалента и титр раствора Н3S04?
13. Какой объем 0,3 н. раствора кислоты требуется для нейтрализации раствора, содержащего 0,32 г NaOH в 40 см3 ?
14. На нейтрализацию 1 л раствора, содержащего 1,4 г КОН, требуется 50 см3 раствора кислоты. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора кислоты.
15. Какая масса HNO3 содержалась в растворе, если на нейтрализацию его потребовалось 35 см3 0,4 н. раствора NaOH? Каков титр раствора NaOH?
16. Какую массу NaN03 нужно растворить в 400 г воды, чтобы приготовить 20%-ный раствор?
17. Смешали 300 г 20%-ного раствора и 500 г 40%-ного раствора NaCl. Чему равна массовая доля полученного раствора?
18. Смешали 247 г 62%-ного и 145 г 18%-ного раствора серной кислоты. Какова массовая доля полученного раствора?
19. Из 700 г 60%-ной серной кислоты выпариванием удалили 200 г воды. Чему равна массовая доля оставшегося раствора?
20. Из 10 кг 20%-ного раствора при охлаждении выделилось 400 г соли. Чему равна массовая доля охлажденного раствора?

**8. СВОЙСТВА РАСТВОРОВ**

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Раствор, содержащий 0,512 г неэлектролита в 100 г бензола, кристаллизуется при 5,296°С. Температура кристаллизации бензола 5,50С. Криоскопическая константа 5,1°. Вычислите молярную массу растворенного вещества.
2. Вычислите массовую долю (%) водного раствора сахара C12H22O11, зная, что температура кристаллизации раствора - 0,93 °С. Криоскопическая константа воды 1,86.
3. Вычислите температуру кристаллизации раствора мочевины (NН)2CO, содержащего 5 г мочевины в 150 г воды. Криоскопическая константа воды 1,86°.
4. Раствор, содержащий 3,04 г камфоры С10Н16О в 100 г бензола, кипит при 80,714°С. Температура кипения бензола 80,2°С. Вычислите эбулиоскопическую константу бензола.
5. Вычислите массовую долю (%) водного раствора глицерина С3Н5(ОН)3, зная, что этот раствор кипит при 100,39°С. Эбулиоскопическая константа воды 0,52°.
6. Вычислите молярную массу неэлектролита, зная, что раствор, содержащий 2,25 г этого вещества в 250 г воды, кристаллизуется при -0,279°С. Крископическая константа воды 1,86о.
7. Вычислите температуру кипения 5%-ного раствора нафталина С10Н8 в бензоле. Температура кипения бензола 80,2°С. Эбулиоскопическая константа его 2,57°.
8. Раствор, содержащий 25,65 г некоторого неэлектролита в 300 г воды, кристаллизуется при -0,465°С. Вычислите молярную массу растворенного вещества. Криоскопическая константа воды 1,86о.
9. Вычислите криоскопическую константу уксусной кислоты, зная, что раствор, содержащий 4,25 г антрацена С14 Н10 в 100 г уксусной кислоты, кристаллизуется при 15,718°С. Температура кристаллизации уксусной кислоты 16,65оС.
10. При растворении 4,86 г серы в 60 г бензола температура кипения его повысилась на 0,81°. Сколько атомов содержит молекула серы в этом растворе. Эбулиоскопическая константа бензола 2,57о.
11. Температура кристаллизации раствора, содержащего 66,3 г некоторого неэлектролита в 500 г воды, равна -0,558°С. Вычислите молярную массу растворенного вещества. Криоскопическая константа воды 1,86о.
12. Какую массу анилина C6Н5NH2 следует растворить в 50 г этилового эфира, чтобы температура кипения раствора была выше температуры кипения этилового эфира на 0,53о. Эбулиоскопическая константа этилового эфира 2,12о.
13. Вычислите температуру кристаллизации 2%-ного раствора этилового спирта C2Н5OH. Криоскопическая константа воды 1,86°.
14. Сколько граммов мочевины следует растворить в 75 г воды, чтобы температура кристаллизации понизилась на 0,465°? Криоскопическая константа воды 1,86о.
15. Вычислите массовую долю (%) водного раствора глюкозы С6Н12О6, зная, что этот раствор кипит при 100,26оС. Эбулиоскопическая константа воды 0,52о.
16. Сколько граммов фенола следует растворить в 125 г бензола, чтобы температура кристаллизации раствора была ниже температуры кристаллизации бензола на 1,7о? Криоскопическая константа бензола 5,1о.
17. Сколько граммов мочевины (NH2)2COследует растворить в 2 г воды, чтобы температура кипения повысилась на 0,26°? Эбулиоскопическая константа воды 0,52о.
18. При растворении 2,3 г некоторого неэлектролита в 125 г воды температура кристаллизации понижается на 0,372о. Вычислите молярную массу растворенного вещества. Криоскопическая константа воды 1,86°.
19. Вычислите температуру кипения 15%-ного водного раствора пропилового спирта С3Н7ОН. Эбулиоскопическая константа воды 0,52°.
20. Вычислите массовую долю (%) водного раствора метанола СНзОН, температура кристаллизации которого -2,79оС. Криоскопическая константа воды 1,86о.

# 9. ИОННО-МОЛЕКУЛЯРНЫЕ (ИОННЫЕ) РЕАКЦИИ ОБМЕНА

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) NаНСОз и NaOH;
б) K2SiO3 и НС1; в) BaCl2 и Na2SO4.
2. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: a) K2S и НС1;
б) FeSО4 и (NH4)2S; в) Сг(ОН)3 и КОН.
3. Составьте по три молекулярных уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями:

а) Mg2+ + CO = MgCО3; б) H+ + ОН = H2O.

1. Какие из веществ - А1(ОН)3; H2SО4; Ва(ОН)2 - взаимодействуют с гидроксидом калия? Выразите эти реакции молекулярными и ионно-молекулярными уравнениями.
2. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) КНСО3 и H2SО4;
б) Zn(OH)2 и NaOH; в) СаСl2 и AgNО3.
3. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: a) CuSО4 и H2S;
б) ВаСО3 и HNO3; в) FеС13 и КОН.
4. Составьте по три молекулярных уравнения реакций, которые выражаются следующими ионно-молекулярными уравнениями:

а) Си2+ + S = CuS;

6) SiO + 2 H+ = H2SiO3.

1. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: a) Sn(OH)2 и НС1;
б) BeSО4 и КОН; в) NH4Cl и Ва(ОН)2.
2. Какие из веществ — КНСО3, СН3СООН, NiS04, Na2S — взаимодействуют с раствором серной кислоты? Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения этих реакций.
3. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) AgNО3 и К2СrO4;
б) Pb(NО3)2 и KI; в) CdSО4 и Na2S.
4. Составьте молекулярные уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями:

а) СаСО3 + 2 Н+ = Са2+ + H2O + CO2;

б) А1(ОН)3 + ОН = А1O + 2 Н2О;

в) РЬ2+ + 2 I = PbI2

1. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) Ве(ОН)2 и NaOH; б) Си(ОН)2; и HNО3; в) ZnOHNО3 и HNО3.
2. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: a) Na3PО4 и CaCl2;
 б) К2СО3 и ВаСl2; в) Zn(OH)2 и КОН.
3. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями:

Fе(ОН)3 + З H+ = Fe3+ + З Н2О;
Cd2+ + 2 OН = Cd(OH)2;H+ + NO = HNO2.

1. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: a) CdS и НС1;
б) Сг(ОН)3 и NaOH; в) Ba(OH)2 и CoCl2.
2. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями:

а) Zn2+ *+* H2S = ZnS + 2 H+; б) НСО + Н+ = H2O + СО2;в) Ag+ + С1 = AgCl.

1. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: a) H2S04 и Ва(ОН)2;
б) FеС13 и NH40H; в) CH3COONa и НС1.
2. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) FеС13 и КОН;
 6) NiSO4 и (NH4)2S; в) MgCO3 и HNO3.
3. Составьте молекулярные уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями:

а) Ве(ОН)2 + 2 OН = ВеО + 2 Н2O
б) СНзСОО + Н+ = СНзСООН
в)Ba2+ + SO = BaSO4

1. Какие из веществ — NaCl, NiS04, Ве(ОН)2, КНСОз — взаимодействуют с раствором гидроксида натрия. Запишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения этих реакций.

10. ИОННОЕ РАВНОВЕСИЕ ВОДЫ.

ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ рН

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Определите рН раствора, в 0,5 л которого содержится 0,05 г NaOH.
2. Во сколько раз концентрация ионов водорода в крови (рН = 7,36) меньше, чем в желудочном соке (рН = 1,00)?
3. Определите [H+] и [OH] в растворе, рН которого равен 6,2.
4. Рассчитайте рН раствора, полученного смешением 25 мл 0,5 М раствора HCl, 10мл 0,5 М раствора NaOH и 15 мл воды.
5. Как изменится рН 0,2 М раствора HCl, если его вдвое разбавить водой?
6. Вычислите рН 0,5%-ного раствора азотной кислоты.
7. К 500 мл воды прибавили 20 мл 0,1 н раствора НС1. Найдите рН полученного раствора.
8. Вычислите рН 1,5%-ного раствора КОН.
9. 25 мл 10%-ного раствора HCl (плотность 1,05) разбавили водой до 500 мл. Вычислите рН полученного раствора.
10. К 250 мл нейтрального раствора прибавили 50 мл 0,5 н раствора КОН. Вычислите рН полученного раствора.
11. 10,0 мл 20%-ного раствора КОН (плотность 1,18) разбавили водой до 250 мл. Вычислите рН полученного раствора.
12. В мерную колбу на 250 мл налили 10,0 мл 24%-ного раствора HCl (плотность 1,12) и довели раствор водой до метки. Из полученного раствора 5,0 мл перенесли в мерную колбу на 100 мл и разбавили водой до метки. Найдите рН полученного раствора.
13. К 25 мл 0,2 н раствора HCl прибавили 25 мл 0,1 н раствора NaOH.Вычислите рН полученного раствора.
14. 20,0 мл 12%-ного раствора NaOH (плотность 1,14) разбавили водой до 500 мл. 50,0 мл полученного раствора перенесли в другую колбу и разбавили водой до 1000 мл. Найдите рН последнего раствора.
15. К 100 мл 0,1 н раствора HNO3 прибавили 2 мл 6%-ного раствора NaOH (плотность 1,0). Найдите рН полученного раствора.
16. Найдите рН раствора, в 100 мл которого содержится 0,12 мг NaOH.
17. К 100 мл 0,1 н раствора NaOH прибавили 5 мл 4%-ного раствора HCl (плотность 1,0). Найдите рН исходного и полученного раствора.
18. К 100 мл 0,2 н раствора HCl прибавили 5 мл 3%-ного раствора КОН. Найдите рН исходного и полученного раствора.
19. Какую массу NaOH следует растворить в 400 мл воды, чтобы получить раствор, рН которого равен 12?
20. Вычислите молярную концентрацию раствора гидроксида бария, если известно, что рН данного раствора равен 11.

**11. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ**

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза, происходящего при смешивании растворов K2S и СгС13. Каждая из взятых солей гидролизуется необратимо до конца с образованием соответствующих основания и кислоты.
2. К раствору FеС13 добавили следующие вещества: а) НС1; б) КОН; в) ZnCl2;r) Na2CO3. В каких случаях гидролиз хлорида железа (III) усилится? Почему? Составьте ионно-молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей.
3. Какие из солей — Аl2(SO4)3, K2S, Pb(NO3)2, KC1 — подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей. Какое значение (7 < рН < 7) имеют растворы этих солей?
4. При смешивании FеС13 и Nа2СО3 каждая из взятых солей гидролизуется необратимо до конца с образованием соответствующих основания и кислоты. Выразите этот совместный гидролиз ионно-молекулярным и молекулярным уравнениями.
5. К раствору Na2CO3 добавили следующие вещества: а) НС1;
б) NaOH; в) Cu(NО3)2; г) K2S. В каких случаях гидролиз карбоната натрия усилится? Почему? Составьте ионно-молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей.
6. Какое значение рН (7< рН < 7) имеют растворы солей Na2S, А1Сl3, NiSO4? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
7. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза солей Рb(NО3)2, Na2CO3, Fe2(SO4)3*.* Какое значение рН
(7 < рН < 7) имеют растворы этих солей?
8. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза солей СН3СООК, ZnSO4, А1(NО3)3. Какое значение рН
(7 < рН < 7) имеют растворы этих солей?
9. Какое значение рН (7< рН < 7) имеют растворы солей К3РO4, K2S, CuSO4? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
10. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза солей CuCl2, Сs2СО3, Сг(NО3)3. Какое значение рН (7 < рН < 7) имеют растворы этих солей?
11. Какие из солей — RbCl, Сг2(SO4)3, Ni(NO3)2, Na2SO3 — подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей. Какое значение рН
(7< рН < 7) имеют растворы этих солей?
12. К раствору Al2(SO4)3 добавили следующие вещества: а) H2SO4; б) КОН; в) Na2SO3; г) ZnSO4. В каких случаях гидролиз сульфата алюминия усилится? Почему? Составьте ионно-молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей.
13. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу: Na2CO3 или Nа2SO3; FеС13 или FeCl2? Почему? Составьте ионно-молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
14. При смешивании растворов А12(SO4)3 и Na2CO3 каждая из взятых солей гидролизуется необратимо до конца с образованием соответствующих основания и кислоты. Составьте ионно-молекулярные и молекулярное уравнения происходящего совместного гидролиза.
15. Какие из солей — NaBr, Na2S, К2СО3, CoCl2 — подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей. Определите рН (7 < рН < 7).
16. Какая из двух солей при равных условиях в большей степени подвергается гидролизу: NaCN или NaCIO; MgCl2 или ZnCl2? Почему? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей.
17. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза соли, раствор которой имеет: а) щелочную реакцию; б)кислую реакцию**.**
18. Какое значение рН (7 < рН < 7) имеют растворы следующих солей: К3РО4, Рb(NО3)2, Na2S? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
19. Какие из солей – К2СО3, FeCl3, K2SO4, ZnCl2 — подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей. Определите рН (7 < рН < 7) растворов этих солей.
20. При смешивании растворов Al2(SO4)3 и Na2S каждая из взятых солей гидролизуется необратимо до конца с образованием соответствующих основания и кислоты. Выразите этот совместный гидролиз ионно-молекулярным и молекулярным уравнениями.

**12. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ**

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Исходя из степени окисления хлора в соединениях НС1, HClO3, НС1О4, определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме:
КВг + КвrO3 + H2S04 → Вг2 + K2SО4 + H2O.
2. Реакции выражаются схемами:

Р + НIO3 + Н2О → Н3PO4 + НI;

H2S + Cl2 + H2O → H2SО4 + НСl.

Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое— восстановителем; какое вещество окисляется, какое —восстанавливается.

1. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс — окисление или восстановление — происходит при следующих превращениях:
 As+3 → As+5; N+3 → N-3; S-2 → S°.

На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме
Na2SО3 + КМпО4 + Н2О → Na2SО4 + МnО2 + КОН.

1. Исходя из степени окисления фосфора в соединениях РН3, Н3РО4, Н3РО3. Определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме
PbS + НNО3 → S + РЬ(NО3)2 + NO + Н2О.
2. См. условие задачи 222.

Р + HNО3 + Н2О → Н3РО4 + NO;

КМnО4 + Na2SО3 + КОН ->• К2МnО4 + Na2SО4 + H2O.

1. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс — окисление или восстановление — происходит при следующих превращениях:
Мn+6 → Mn+2; C1+5 → Cl; N → N+5.

На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме:

Cu2O + HNO3 → Сu(NО3)2 + NO + Н2О.

1. См. условие задачи 222.

HNО3 + Са → NH4NО3 + Са(NO3)2 + Н2О;

K2S + КМnО4 + H2SО4 → S + K2SО4 + МnSО4 + Н20.

1. Исходя из степени окисления хрома, йода и серы в соединениях K2Cr2O7, KI и Н2SО3, определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме

NaCrО2 + PbО2 + NaOH → Na2CrО4 + Na2PbО2 + H2O.

1. См. условие задачи 222.

H2S + Cl2 + H2О → H2SО4 + HC1;

К2Сr2О7 + H2S + H2SО4 → S + Сr2(SО4)3 + K2SО4 + H2О.

1. См. условие задачи 222.

КClO3 + Na2SО3 → KC1 + Na2SО4;

KMnО4 + HBr → Br2 + KBr + MnBr2 + H2О.

1. См. условие задачи 222.

Р+ НClO3 + H2О → Н3РО4 + HC1;

Н3AsО3 + KMnО4 + H2SО4 → Н3AsO4 *+* MnSО4 *+* K2SO4 *+* H2O.

1. См. условие задачи 222.

NaCrО2 + Br2 + NaOH → Na2CrО4 + NaBr + H2О;

FeS + HNО3 → Fe(NО3)2 + S + NO + H2О.

1. См. условие задачи 222.

HNO3 + Zn → N2O + Zn(NО3)2 + H2О;

FeSО4 + КСlO3 + H2SО4 → Fe2(SО4)3 + KC1 + H2О.

1. См. условие задачи 222.

К2Сr2О7 + HC1 → Сl2 + СгС13 + KC1 + Н2O;

Au + HNО3 + HC1 → AuС13 + NO + H2O.

1. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между веществами: a) NH3 и KMnО4; б) HNО2 и HI; в) HC1 и H2Se? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме
KMnО4 + KNО2 + H2SО4 → MnSО4 + KNО3 + K2SО4 + H2O.
2. См. условие задачи 222.

HC1 + СгО3 → Cl2 + СгС13 + H2О;

Cd + KMnО4 + H2SО4 → CdSО4 + MnSО4 + K2SО4 + H2О.

1. См. условие задачи 222.

Сг2O3 + КClO3 + КОН → K2CrO4 + KC1 + H2O;

MnSO4 + PbO2 + HNO3 → НМnO4 + Pb(NO3)2 + PbSO4 + H2O.

1. См. условие задачи 222.

H2SO3 + НClO3 → H2SO4 + HC1

FeSO4 + К2Cr2O7 + H2SO4 → Fe2(SO4)3 + Cr2(SO4)3 + K2SO4 + H2O.

1. См. условие задачи 222.

I2 + Cl2 + H2O → НIO3 + HC1

К2Сr2O7 + Н3РО3 + H2SO4 -» Cr2(SO4)3 + Н3РO4 + K2SO4 + H2O.

1. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между веществами: а) РН3 и HBr; б) К2Сr2O7 и Н3РО3; в) HNO3 и H2S? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме
AsH3 + HNO3 → НзAsO4 + NO2 + H2O.

**13. ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ И ЭЛЕКТРОДВИЖУЩИЕ СИЛЫ**

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. В два сосуда с голубым раствором медного купороса поместили в первый цинковую пластинку, а во второй - серебряную. В первом сосуде цвет раствора постепенно пропадает.
Почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующей реакции.
2. Увеличится, уменьшится или останется без изменения масса цинковой пластинки при взаимодействии ее с растворами: а) CuS04; б) MgS04; в) Pb(NO3)2? Почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.
3. При какой концентрации ионов Zn2+ (в моль/л) потенциал цинкового электрода будет на 0,015 В меньше его стандартного электродного потенциала?
4. Увеличится, уменьшится или останется без изменения масса кадмиевой пластинки при взаимодействии ее с растворами:
а) AgNO3; б) ZnS04; в) NiS04? Почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.
5. Марганцевый электрод в растворе его соли имеет потенциал -1,23 В. Вычислите концентрацию ионов Мn2+ (моль/л).
6. Потенциал серебряного электрода в растворе AgNO3 составил 95% от значения его стандартного электродного потенциала. Чему равна концентрация ионов Ag+ (моль/л)?
7. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС медно-кадмиевого гальванического элемента, в котором [Cd2+] = 0,8 моль/л, а [Сu2+] = 0,01 моль/л.
8. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых медь была бы катодом, а в другом — анодом. Напишите для каждого из этих элементов электронные уравнения реакций, протекающих на катоде и на аноде.
9. При какой концентрации ионов Сu2+ (моль/л) значение потенциала медного электрода становится равным стандартному потенциалу водородного электрода?
10. Какой гальванический элемент называют концентрационным? Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из серебряных электродов, опущенных: первый − в 0,01 н., а второй − в 0,1 н. растворы AgNO3.
11. При каком условии будет работать гальванический элемент, электроды которого сделаны из одного и того же металла? Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, в котором один никелевый электрод находится в 0,001М растворе, а другой, такой же электрод, — в 0,01 М растворе сульфата никеля.
12. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из свинцовой и магниевой пластин, опущенных в растворы своих солей с концентрацией [Pb2+] = [Mg2+] = 0,01 моль/л. Изменится ли ЭДС этого элемента, если концентрацию каждого из ионов увеличить в одинаковое число раз?
13. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых никель является катодом, а в другом — анодом. Напишите для каждого из этих элементов электронные уравнения реакций, протекающих на катоде и на аноде.
14. Железная и серебряная пластины соединены внешним проводником и погружены в раствор серной кислоты. Составьте схему данного гальванического элемента и напишите электронные уравнения процессов, происходящих на аноде и на катоде.
15. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из пластин кадмия и магния, опущенных в растворы солей соответствующих металлов с концентрациями ионов:
[Mg2+] = [Cd2+] = 1 моль/л. Изменится ли значение ЭДС, если концентрацию каждого из ионов понизить до 0,01 моль/л?
16. Составьте схему гальванического элемента, состоящего из пластин цинка и железа, погруженных в растворы их солей. Напишите электронные уравнения процессов, протекающих на аноде и на катоде. Какой концентрации надо было бы взять раствор соли железа [Fe2+], чтобы ЭДС элемента стала равной нулю, если [Zn2+] = 0,001 моль/л?
17. Составьте схему гальванического элемента, в основе которого лежит реакция, протекающая по уравнению
Ni + Pb(NO3)2 = Ni(NO3)2 +Pb. Напишите электронные уравнения анодного и катодного процессов. Вычислите ЭДС этого элемента, если [Ni2+] = 0,01 моль/л, [Pb2+] = 0,0001 моль/л.
18. Какие химические процессы протекают на электродах при зарядке и разрядке свинцового аккумулятора?
19. Какие химические процессы протекают на электродах при зарядке и разрядке кадмий - никелевого аккумулятора?
20. Какие химические процессы протекают на электродах при зарядке и разрядке железо - никелевого аккумулятора?

**14. ЭЛЕКТРОЛИЗ**

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Электролиз раствора К2SO4 проводили при силе тока 5 А в течение 3 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах. Какая масса воды при этом разложилась и чему равен объем газов (н.у.), выделившихся на катоде и аноде?
2. При электролизе соли некоторого металла в течение 1,5 ч при силе тока 1,8 А на катоде выделилось 1,75 г этого металла. Вычислите эквивалентную массу металла.
3. При электролизе раствора CuSO4 на аноде выделилось 168 см3 газа (н.у.). Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах, и вычислите, какая масса меди выделилась на катоде.
4. Электролиз раствора Na2SO4 проводили в течение 5 ч при силе тока 7 А. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах. Какая масса воды при этом разложилась и чему равен объем газов (н.у.), выделившихся на катоде и аноде?
5. Электролиз раствора нитрата серебра проводили при силе тока 2 А в течение 4 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах. Какая масса серебра выделилась на катоде и каков объем газа (н.у.), выделившегося на аноде?
6. Электролиз раствора сульфата некоторого металла проводили при силе тока 6 А в течение 45 мин, в результате чего на катоде выделилось 5,49 г металла. Вычислите эквивалентную массу металла.
7. На сколько уменьшится масса серебряного анода, если электролиз раствора AgNO3 проводить при силе тока 2 А в течение 38 мин 20 с? Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на графитовых электродах.
8. Электролиз раствора сульфата цинка проводили в течение
5 ч, в результате чего выделилось 6 л кислорода (н.у.). Составьте уравнения электродных процессов и вычислите силу тока.
9. При электролизе раствора CuSО4 с медным анодом в течение 4 ч при силе тока 50 А было получено 224 г меди. Вычислите выход по току. Составьте электронные уравнения процессов, протекающих на электродах в случае: а) медного анода; б) угольного анода.
10. Электролиз раствора NaI проводили при силе тока 6 А в течение 2,5 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах, и вычислите массу вещества, выделившегося на катоде и аноде?
11. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах при электролизе раствора AgNO3. Определите расход электричества, если при проведении электролиза с серебряным анодом его масса уменьшается на 5,4 г.
12. Электролиз раствора CuSО4 проводили в течение 15 мин при силе тока 2,5 А. Выделилось 0,72 г меди. Составьте электронные уравнения процессов, протекающих на электродах в случае медного и угольного анодов. Вычислите выход по току.
13. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на графитовых электродах при электролизе расплавов и водных растворов NaCl и КОН. Сколько литров (н.у.) газа выделится на аноде при электролизе гидроксида калия, если электролиз проводить в течение 30 мин при силе тока 0,5 А?
14. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на графитовых электродах при электролизе раствора КВг. Какая масса вещества выделяется на катоде и аноде, если электролиз проводить в течение 1 ч 35 мин при силе тока 15 А?
15. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах при электролизе раствора CuCl2. Вычислите массу меди, выделившейся на катоде, если на аноде выделилось 560 мл газа (н.у.).
16. При электролизе соли трехвалентного металла при силе тока 1,5 А в течение 30 мин на катоде выделилось 1,071 г металла. Вычислите атомную массу металла.
17. При электролизе растворов MgSO4 и ZnCI2, соединенных последовательно с источником тока, на одном из катодов выделилось 0,25 г водорода. Какая масса вещества выделится на другом катоде; на анодах?
18. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах при электролизе раствора Na2SО4. Вычислите массу вещества, выделяющегося на катоде, если на аноде выделяется 1,12 л газа (н.у.). Какая масса H2SO4 образуется при этом возле анода?
19. При электролизе раствора соли кадмия израсходовано 3434 Кл электричества. Выделилось 2 г кадмия. Чему равна молярная масса эквивалента кадмия?
20. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах при электролизе раствора КОН. Чему равна сила тока, если в течение 1 ч 15 мин 20 с на аноде выделилось 6,4 г газа? Сколько литров газа (н.у.) выделилось при этом на катоде?

# 15. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как происходит атмосферная коррозия луженого и оцинкованного железа при нарушении покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.
2. Медь не вытесняет водород из разбавленных кислот. Почему? Однако, если к медной пластинке, опущенной в кислоту, прикоснуться цинковой, то на меди начинается бурное выделение водорода. Дайте этому объяснение, составив электронные уравнения анодного и катодного процессов. Напишите уравнение протекающей химической реакции.
3. На железную пластинку массой 3 г нанесено никелевое покрытие. Механическое повреждение покрытия привело к атмосферной коррозии и возникновению коррозионного тока I = 2∙10-4 A. Определите массу прокорродировавшего за два месяца металла. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.
4. Если пластинку из чистого цинка опустить в разбавленную кислоту, то начавшееся выделение водорода вскоре почти прекращается. Однако при прикосновении к цинку медной палочкой на последней начинается бурное выделение водорода. Дайте этому объяснение, составив электронные уравнения анодного и катодного процессов. Напишите уравнения протекающей химической реакции.
5. В чем сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты железа в электролите, содержащем растворенный кислород. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.
6. Железное изделие покрыли никелем. Какое это покрытие: анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в хлороводородной (соляной) кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?
7. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов с кислородной и водородной деполяризацией при коррозии пары магний — никель. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?
8. В раствор хлороводородной (соляной) кислоты поместили цинковую пластинку и цинковую пластинку, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка происходит интенсивнее? Ответ мотивируйте, составив электронные уравнения соответствующих процессов.
9. Почему химически чистое железо более стойко против коррозии, чем техническое железо? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии технического железа во влажном воздухе и в кислой среде.
10. Какое покрытие металла называется анодным и какое — катодным? Назовите несколько металлов, которые могут применяться для анодного и катодного покрытий железа. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии железа, покрытого медью, во влажном воздухе и в кислой среде.
11. Железное изделие покрыли кадмием. Какое это покрытие: анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в хлороводородной (соляной) кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?
12. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие: анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в хлороводородной (соляной) кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?
13. Две железные пластинки, частично покрытые одна оловом, другая медью, находятся во влажном воздухе. На какой из этих пластинок быстрее образуется ржавчина? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этих пластинок. Каков состав продуктов коррозии железа?
14. Какой металл целесообразней выбрать для протекторной защиты от коррозии свинцовой оболочки кабеля: цинк, медь или висмут? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов атмосферной коррозии. Каков состав продуктов коррозии?
15. Если опустить в разбавленную серную кислоту пластинку из чистого железа, то выделение на ней водорода идет медленно и со временем почти прекращается. Но если цинковой палочкой прикоснуться к железной пластинке, то на последней начинается бурное выделение водорода. Почему? Какой металл при этом растворяется? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.
16. Цинковую и железную пластинки опустили в раствор сульфата меди. Составьте электронные и ионно-молекулярные уравнения реакций, происходящих на каждой из этих пластинок. Какие процессы будут проходить на пластинках, если наружные концы их соединить проводником?
17. Олово опаяно серебром. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии при попадании этой пары металлов в щелочную среду с рН = 9. Рассчитайте электродные потенциалы всех возможных катодных процессов при заданном значении рН и обоснуйте выбор деполяризатора.
18. В раствор электролита, содержащего растворенный кислород, опустили цинковую пластинку и цинковую пластинку, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка проходит интенсивнее? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.
19. Как происходит атмосферная коррозия луженого железа и луженой меди при нарушении покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов с кислородной и водородной деполяризацией.
20. Как протекает атмосферная коррозия железа, покрытого слоем никеля, если покрытие нарушено? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов. Каков состав продуктов коррозии?

# 16. ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ И МЕТОДЫ ЕЕ УСТРАНЕНИЯ

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какую массу Na3PO4 надо прибавить к 500 л воды, чтобы устранить жесткость, равную 5 ммоль/л?
2. Какие соли обусловливают жесткость природной воды? Какую жесткость называют карбонатной, некарбонатной? Как можно устранить карбонатную, некарбонатную жесткость? Напишите уравнения соответствующих реакций. Чему равна жесткость воды, в 100 л которой содержится 14, 632 г гидрокарбоната магния?
3. Вычислите карбонатную жесткость воды, зная, что для реакции с гидрокарбонатом кальция, содержащимся в 200 см3 воды, требуется 15 см3 0,08 н. раствора HCl.
4. В 1 л воды содержится 36,47 мг ионов магния и 50,1 мг ионов кальция. Чему равна жесткость этой воды?
5. Какую массу карбоната натрия надо прибавить к 400 л воды, чтобы устранить жесткость, равную 3 ммоль/л?
6. Вода, содержащая только сульфат магния, имеет жесткость, равную 7 ммоль/л. Какая масса сульфата магния содержится в 300 л этой воды?*.*
7. Вычислите жесткость воды, зная, что в 600 л ее содержится 65,7 г гидрокарбоната магния и 61.2 г сульфата кальция.
8. В 220 л воды содержится 11 г сульфата магния. Чему равна жесткость этой воды?
9. Жесткость воды, в которой растворен только гидрокарбонат кальция, равна 4 ммоль/л. Какой объем 0,1 н. раствора HCl потребуется для реакции с гидрокарбонатом кальция, содержащимся в 75 см3 этой воды?*.*
10. В 1 м3 воды содержится 140 г сульфата магния. Вычислите жесткость этой воды.
11. Вода, содержащая только гидрокарбонат магния, имеет жесткость 3,5 ммоль/л. Какая масса гидрокарбоната магния содержится в 200 л этой воды?
12. К 1 м3 жесткой воды прибавили 132,5 г карбоната натрия. На сколько понизилась жесткость?
13. Чему равна жесткость воды, если для ее устранения к 50 л воды потребовалось прибавить 21, 2 г карбоната натрия?
14. Какая масса CaSO4 содержится в 200 л воды, если жесткость, обусловливаемая этой солью, равна 8 ммоль/л*.*
15. Вода, содержащая только гидрокарбонат кальция, имеет жесткость 9 ммоль/л. Какая масса гидрокарбоната кальция содержится в 500 л воды?
16. Какие ионы надо удалить из природной воды, чтобы сделать ее мягкой? Введением каких ионов можно умягчить воду? Составьте уравнения соответствующих реакций. Какую массу Ca(OH)2 надо прибавить к 2,5 л воды, чтобы устранить ее жесткость, равную 4,43ммоль/л?
17. Какую массу карбоната натрия надо прибавить к 0,1 м3 воды, чтобы устранить жесткость, равную 4 ммоль/л?
18. К 100 л жесткой воды прибавили 12,95 г гидроксида кальция. На сколько понизилась карбонатная жесткость?
19. Чему равна карбонатная жесткость воды, если в 1 л ее содержится 0,292 г гидрокарбоната магния и 0,2025 г гидрокарбоната кальция?
20. Какую массу гидроксида кальция надо прибавить к 275 л воды, чтобы устранить ее карбонатную жесткость, равную 5,5 ммоль/л?