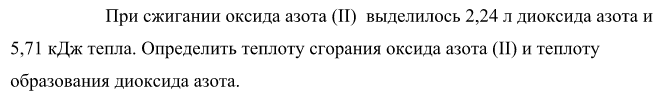
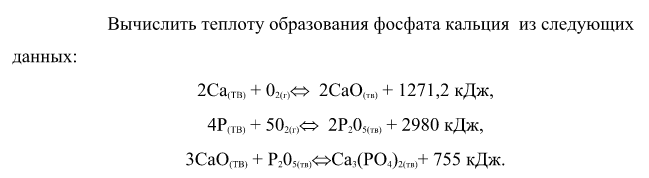
**Две задачи из раздела основы химической термодинамики. Необходимые для решения данные брать из приложения ниже.**

**1.**

****

**2.**

****

**1.ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ В СТАНДАРТНОМ СОСТОЯНИИ**

Таблица П1

Значения энтропии простых веществ в стандартном состоянии

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | H2(г) | С(графит) | N2(г) | О2(г) | Si(тв) | Р(тв) | S(тв) |
| S0298,Дж/(моль\*К) | 130,5 | 5,7 | 191,5 | 205 | 19 | 41,1 | 31,9 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Сl2(г) | Ti(тв) | Fe(тв) | Ni(тв) | Br2(ж) | Pb(тв) | J2(тв) |
| S0298,Дж/(моль\*К) | 223 | 30,6 | 27,2 | 29,9 | 152,2 | 64,8 | 57,8 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | ∆Н0298,кДж/моль | ∆G0298,кДж/моль | S0298,Дж/(моль\*К) |
| Неорганические соединения | | | |
| Al2O3(тв) | -1675,7 | -1582,3 | 50,9 |
| CO(г) | -110,5 | -137,1 | 197,5 |
| CO2(г) | -393,5 | -394,4 | 213,7 |
| CS2(г) | 116,7 | 66,6 | 237,8 |
| COCl2(г) | -219,5 | -205,3 | 283,6 |
| CaO(тв) | -635,1 | -603,5 | 38,1 |
| CaCO3(тв) | -1206,8 | -1128,4 | 91,7 |
| Cl2O(г) | 75,7 | 93,4 | 266,2 |
| FeO(тв) | -264,8 | -244,3 | 60,7 |
| Fe2O3(тв) | -822,2 | -740,3 | 87,5 |
| H2O(г) | -241,8 | -228,6 | 188,7 |
| H2O(ж) | -285,8 | -237,2 | 70,0 |
| HBr(г) | -36,4 | -53,4 | 198,6 |
| HCl(г) | -92,3 | -95,3 | 186,8 |
| HJ (г) | 26,4 | 1,58 | 206,5 |
| H2S(г) | -20,6 | -33,5 | 205,7 |
| H2SO4(ж) | -814,0 | -690,1 | 156,9 |
| NH3(г) | -45,9 | -16,5 | 192,7 |
| N2O(г) | 82,0 | 104,1 | 219,8 |
| NO(г) | 91,3 | 87,6 | 210,6 |
| NiO(тв) | -239,7 | -211,6 | 38,0 |
| PCl3(ж) | -320,9 | -274,1 | 218,5 |
| PCl5(г) | -374,9 | -305,1 | 364,5 |
| J2(г) | 62,43 | 19,4 | 260,6 |
| S2(г) | 128,37 | 79,4 | 22,8 |
| SO2(г) | -297,0 | -300,0 | 248,0 |
| SO3(г) | -395,8 | -371,2 | 256,7 |
| SiO2(тв) | -910,9 | -856,7 | 41,8 |
| SiCl4(ж) | -687,9 | -620,8 | 239,7 |
| TiO2(тв) | -944,7 | -889,5 | 50,3 |
| TiCl4(ж) | -804,2 | -737,3 | 252,4 |
| Органические соединения | | | |
| CH4(г) | -74,8 | -50,8 | 186,3 |
| C2H6(г) | -84,7 | -32,9 | 229,5 |
| C2H4(г) | 52,3 | 68,1 | 219,5 |
| C2H2(г) | 226,8 | 209,2 | 200,8 |
| C6H6(г) | 83,0 | 129,7 | 269,2 |
| CH3OH(ж) | -238,6 | -166,3 | 126,8 |
| CH3OH(г) | -201,0 | -162,4 | 239,8 |
| CH3COOH(г) | -434,8 | -376,7 | 282,5 |

Таблица П2

Константы диссоциации некоторых кислот и оснований в водных растворах при 250С

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество | Кдисс | рК=-lgK |
| Гидроокись аммония NH4OH | K1=1,77\*10-5 | 4,752 |
| Гидроокись литияLiOH | K1=6,7\*10-1 | 0,17 |
| Азотная кислота HNO3 | K1=67 | -1,83 |
| Азотистая кислота HNO2 | K1=4\*10-4 | 3,4 |
| Серная кислота H2SO4 | K1=103  K2=10-2 | -3  -2 |
| Соляная кислота HCL | K1=109 | -9 |
| Фтористоводородная кислота HF | K1=6,6\*10-4 | 3,18 |
| Йодоводородная кислота HI | K1=1011 | -11 |
| Сероводородная кислота H2S | K1=10-8  K2=10-14 | 14  8 |
| Синильная кислота HCN | K1=7,2\*10-10 | 9,14 |
| Угольная кислота H2CO3 | K2= 4,7\*10-11  K1=4,4\*10-7 | 10,33  6,35 |
| Уксусная кислота CH3COOH | K1=1,7\*10-5 | 4,75 |

Таблица П3

**СТАНДАРТНЫЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Элементы** | **Электродный процесс** | **φ,В** |
| Азот  N | 3N2+2H++2e↔ 2HN3  (NO3)-+Н2O+2e ↔(NO2)-+2OH-  2NO2+4Н2O+8e↔N2+8OH-  (NO3)-+2H++e ↔NO2+Н2O  (NO3)-+8H++8e↔(NH2)-+3Н2O  (NO3)-+4H++3e ↔NO+2Н2O  NO2+H++e ↔HNO2  2(NO3)-+10H++8e ↔N2O+5Н2O  2(NO3)-+12H++10e↔N2+6Н2O  2HNO2+4H++4e↔N2O+3Н2O  2NO2+8H++8e↔N2+4Н2O  2HNO2+6H++6e↔N2+4Н2O  2NO+4H++4e↔N2+2Н2O  N2O+2H++2e↔N2+Н2O | -3,1  +0,01  +0,53  +0,78  +0,87  +0,96  +1,09  +1,12  +1,25  +1,3  +1,36  +1,45  +1,68  +1,77 |
| Бром  Вr | 2(ВrO)-+2Н2O+2e↔Br2+4OH-  (ВrO3)-+ЗН2O+6e↔Вr+6OH-  Br2+2e↔2Br  2(ВrO3)-+12H++10e↔Br2+6Н2O | +0,45  +0,61  +1,06  +1,52 |
| Водород  Η | Н2+2e↔2H–  2Н2O+2e↔Н2+2OH-  2H++2e↔Н2  Н2O2+2H++2e↔2Н2O | -2,25  -0,83  0,00  +1,78 |
| Золото  Au | [Аu(СN)2]-+e↔Au+2(CN)-  Аu3++3e↔Au  Аu++e↔Au0  [Au(SCN)2]-+e↔Au+2SCN-  [AuBr4]-+3e↔Au+4Br-  [AuCl4]-+3e↔Au+4Cl- | -0,6  +1,5  +1,7  +0,69  +0,87  +1,0 |
| Йод  I | 2(IO3)-+6Н2O+10e↔I2+12OH-  I2+2e↔2I-  (IO3)-+6H++6e↔I-+ЗН2O  2(IO3)-+12H++10e ↔I2+6Н2O | +0,21  +0,54  +1,08  +1,19 |
| Кислород  О | O2+2Н2O+4e ↔4OH-  O2+2H++2e↔ Н2O2  O2+4H++4e↔ 2Н2O  O3+Н2O+2e↔O2+2OH-  O3+6H++6e↔ ЗН2O  Н2O2+2H++2e↔2Н2O  O3+2H++2e↔O2+ Н2O | +0,4  +0,68  +1,23  +1,24  +1,5  +1,78  2,07 |
| Марганец  **Мn** | Мn2++2e↔Мn  (МnO4)-+e↔(МnO4)2- (рН>7)  (МnO4)-+2Н2O+3e↔МnO2+4OH-  МnO2+4H++2e↔Мn2++2Н2O  (МnO4)-+8H++5 e↔Мn2++4Н2O  (МnO4)2-+4H++2e↔МnO2+2Н2O | -1,18  +0,56  +0,6  1,23  +1,5  2,26 |
| Мышьяк  **As** | As2O3+6H++6e↔2As+3Н2O  (AsO4)3-+8H++5e↔As+4Н2O | +0,23  +0,64 |
| Олово  Sn | Sn2++2e↔Sn  SnO2+2H++2e↔Sn+Н2O  Sn4++2e↔Sn2+ | -0,14  -0,1  +0,15 |
| Свинец  Pb | РbS+2e↔Рb+S2-  РbO+Н2O +2e↔Pb+2OH-  Рb2++2e↔Pb  РbO+2H++2e↔Pb+Н2O  РbO2+4H++2e↔Pb2++2Н2O | -0,93  -0,58  -0,13  +0,25  +1,45 |
| Сера  S | (SО4)2-+Н2O+2e↔(SO3)2-+2OH-  S+2e↔S2-  (SО4)2- +2H++2e↔(SO3)2-+Н2O  S+2H+ +2e↔H2S  (SO3)2-+6H++6e↔s2-+3Н2O  2(SО4)2-+10H++8e↔ (S2O3)2-+5Н2O  (SО4)2-+10H++8e↔H2S+ 4Н2O  (SО4)2-+8H++6e↔S+4Н2O  H2SO3+4H++4e↔S+3Н2O  (S2O8)2-+e↔2SO42- | -0,93  -0,48  +0,17  +0,17  +0,23  +0,29  +0,31  +0,36  +0,45  +2,01 |
| Серебро  Ag | Ag++e↔Ag  Ag3O+2H++2e↔2Ag+Н2O | +0,8  +1,17 |
| Сурьма  **Sb** | Sb2O3+6H++6e↔2Sb+3Н2O  Sb2O5+4H++4e↔Sb2O3+2Н2O | +0,15  +0,67 |
| Углерод  С | СO2+2H++2e↔CO+Н2O  (СО3)2-+6H++4e↔С(графит)+ЗН2O | -0,12  +0,47 |
| Фосфор  **P** | (Н2Р02)-+e ↔P+OH-  Н3Р03+ЗН++Зe↔Р(красный)+ЗН+ЗН20  Н3РО4+5Н++5е ↔ Р(красный) | -2,05  -0,45  +0,38 |
| Хром  **Сr** | Сr3++Зe↔Cr  Сr3++е ↔Сr2+  (Сr2O7)2-+14Н++6e ↔2Сг3++7Н2O  CrO2+4Н++e↔Сг3++2Н2O | -0,74  -0,4  +1,33  +1,56 |
| Вольфрам  **W** | WO42-+4H2O+6e↔W+8OH-  WO42-+8H++6e↔W+4H2O | -1,05  +0,05 |
| Алюминий  **Al** | [AlF6]-3+3e↔Al+6F-  Al+3+3e↔Al | -2,07  -1,66 |
| Железо  **Fe** | Fe2++2e↔Fe  Fe+3+e↔Fe2+ | -0,44  +0,77 |
| Кадий  **Cd** | Cd2++e↔Cd | -0.4 |
| Кальций  **Сa** | Ca2++2e↔Ca | -2.86 |
| Магний  **Mg** | Mg2++2e↔Mg | -2.36 |
| Никель  **Ni** | Ni2++e↔Ni | -0.25 |
| Цинк  **Zn** | Zn2++2e↔Zn | -0.76 |
| Хлор  **Cl** | (Сl04)-+Н20 +2e ↔(Сl03)-+20Н-  (Сl04)-+4Н20 +8e ↔Cl-+80Н-  (Сl03)- +ЗН20+6e↔Cl-+60Н-  Сl2+2e↔2Cl-  (Сl04)-+8Н+ +8e ↔Cl-+4Н20  2(Сl04)-+ 16Н++14e↔Cl2+8Н20 | -0,36  -0,56  +0,63  +1,36  +1,38  +1,39 |
| Кобальт  **Сo** | Co2++2e↔Co  Co3++e↔Co2+ | -0,28  +1,87 |
| Германий  **Ge** | GeO+2H++2e↔Ge+H2O  Ge2++2e↔Ge | -0,28  0 |
| Кремний  **Si** | [SiO3]2-+3H2O+4e↔Si + 6OH-  [SiF6]2-+4e↔Si+6F- | -1,7  +1,2 |
| Калий  **K** | K++e↔K | -2.92 |
| Литий  **Li** | Li++e↔Li | -3.04 |
| Натрий  **Na** | Na++e↔Na | -2.7 |
| Цезий  **Сs** | Cs++e↔Cs | -2.9 |
| Паладий  **Pd** | [PdCl4]2-+2e↔Pd+4Cl-  Pd2++2e↔Pd | +0.62  +0.00 |
| Медь  **Cu** | [Cu(CN)2]-+e↔Cu+2CN-  CuCl+e↔Cu+Cl-  Cu2++e↔Cu+  Cu2++2e↔Cu | -0.43  +0.137  +0.153  +0.34 |
| Платина  **Pt** | [PtBr4]2-+2e↔Pt+4Br-  [PtCl4]2-+2e↔ Pt+4Cl-  Pt2++2e ↔Pt | +0,58  +0,73  +1,12 |
| Титан  **Ti** | [TiF6]2-+4e↔Ti+6F- | -1,2 |

Таблица П4

Плотности некоторых металлов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Металл | Ni | Au | In | Cu | Sn | Ag | Zn | Al |
| Плотность  р\*10-3, кг/м3 | 8,8 | 19,3 | 7,4 | 8,9 | 7,3 | 10,5 | 7,1 | 2,7 |