

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(СИБСТРИН)

**Кафедра химии**

# **ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА**

Индивидуальные задания  
по дисциплине «Химия» для студентов  
I курса всех направлений и специальности 08.05.01  
«Строительство уникальных зданий и сооружений»  
очной формы обучения

НОВОСИБИРСК 2017

Индивидуальные задания составлены  
канд. техн. наук, доцентом О.А. Полуниной,  
канд. хим. наук, доцентом Н.А. Старцевой

Утверждены  
учебно-методической комиссией  
инженерно-экологического факультета  
17 апреля 2017 года

Рецензенты:

- В.А. Шестаков, канд. хим. наук,  
ст. науч. сотрудник ИНХ СО РАН;
- Н.В. Шальнева, канд. хим. наук, доцент  
кафедры химии НГАСУ (Сибстрин)

© Новосибирский государственный  
архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), 2017

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- $\Delta H_f^0(B)$  – стандартная энтальпия образования вещества, кДж/моль
- $\Delta H_r^0$  – энтальпия реакции при стандартных условиях, кДж
- $\Delta H_{пл}^0$  – молярная энтальпия плавления вещества, кДж/моль
- $\Delta H_{исп}^0$  – молярная энтальпия испарения вещества, кДж/моль
- $S^0(B)$  – стандартная энтропия вещества, Дж/(моль·К)
- $\Delta S_r^0$  – энтропия реакции при стандартных условиях, Дж/К
- $\Delta G_r^0$  – энергия Гиббса реакции при стандартных условиях, кДж
- T – температура, К
- P – давление, Па
- m(B) – масса вещества с формульной единицей B
- M(B) – молярная масса вещества, г/моль
- M(Me) – молярная масса металла, г/моль
- Me – металл
- $n(B) = m(B)/M(B)$ ,  $n(B) = V^0(B)/V_m^0(B)$  – количество вещества, моль
- $V^0(B)$  – объем газообразного вещества при нормальных условиях
- $V_m^0(B)$  – молярный объем газообразного вещества при нормальных условиях, л/моль
- Z(B) – эквивалентное число вещества с формульной единицей B
- $n_{эк}(B) = n(B) \cdot Z(B)$  – количество вещества эквивалентов, моль-эк
- $M_{эк}(B) = M(B)/Z(B)$  – молярная масса эквивалентов вещества, г/моль-эк
- $M_{эк}(Me)$  – молярная масса эквивалентов металла, г/моль-эк
- $V_{эк}^0(B) = V_m^0(B)/Z(B)$  – молярный объем эквивалентов газообразного вещества, л/моль-эк (н.у.)
- н.у. – нормальные условия: T = 273 К, P = 101,3 кПа
- с.у. – стандартные условия: T = 298 К, P = 101,3 кПа
- C.O.(Э) – степень окисления элемента

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ**

В соответствии с учебным планом студенты очной формы обучения выполняют индивидуальные задания к разделу «Химическая термодинамика» по дисциплине «Химия».

Номера индивидуальных заданий определяются преподавателем.

Перед выполнением индивидуальных заданий студентам необходимо изучить конспекты лекций, теоретический материал соответствующих разделов, глав рекомендованных учебников и учебных пособий, методические указания по решению задач, используя полученные сведения для ответов на задания. Если во время выполнения заданий возникают трудности, то необходимо снова обратиться к учебнику, лекциям или проконсультироваться у преподавателя.

При выполнении индивидуальных заданий следует соблюдать следующие правила:

1. Задания выполняют в отдельной тетради с оставленными для замечаний преподавателя полями. Каждое задание должно быть оформлено аккуратно, сокращения слов не допускаются.

2. На титульном листе указывают фамилию и инициалы, номер группы.

3. Задания выполняют в порядке их нумерации, переписывают полную формулировку каждого задания, указывают его номер.

4. При решении задач записывают необходимые формулы, после чего выполняют вычисления, соблюдая соответствие единиц измерения.

5. Необходимые для расчетов стандартные значения термодинамических величин приведены в приложении.

## 1. ЗАКОН ЭКВИВАЛЕНТОВ

1. Вычислите  $M_{\text{эк}}$ (галогена) и определите галоген, если некоторое количество металла соединяется с 0,0513 г кислорода или с 0,5125 г одного из галогенов. В этих соединениях  $C.O.(Me)$  одинакова.
2. Определите степень окисления Fe в хлориде железа, если содержание Fe в соли составляет 44,09 %. Напишите формулу этой соли.
3. Рассчитайте  $M_{\text{эк}}$ (щелочи), зная, что 0,2 г ее взаимодействуют с 0,271 г  $FeCl_3$ .
4. Вычислите молярную массу эквивалентов некоторого элемента в оксиде, содержащем 30 % кислорода.
5. Определите  $M_{\text{эк}}(S)$  в ее оксиде, содержащем 50 % серы.
6. Рассчитайте молярную массу эквивалентов меди и степень ее окисления, если некоторое количество металла вытесняет из раствора соли меди металлическую медь массой 3,89 г, а из раствора кислоты водород объемом 1370 мл (н.у.).
7. Определите объем кислорода (н.у.), необходимый для окисления 28 г этого металла.  $M_{\text{эк}}(Me)$  равна 12 г/моль-эк. Рассчитайте массовую долю кислорода в этом оксиде.
8. Вычислите молярную массу эквивалентов элемента и массовую долю кислорода в оксиде. Молярная масса этого элемента ( $C.O. = +4$ ) равна 28 г/моль.
9. Определите  $M_{\text{эк}}(Me)$ , его молярную массу и объем выделившегося водорода при н.у., если для растворения 6,0 г этого металла ( $C.O. = +2$ ) требуется 6,7 г  $HCl$ .
10. Вычислите молярную массу оксида, в котором на один атом металла приходится два атома кислорода.  $M_{\text{эк}}(Me) = 13,73$  г/моль-эк. Определите массовую долю металла в этом оксиде.

11. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{кислоты})$ , если на нейтрализацию 24,5 г этой кислоты израсходовано 20,0 г гидроксида натрия.
12. Рассчитайте  $M(\text{Me})$  и назовите металл ( $\text{C.O.} = +3$ ), при сгорании 5 г которого образуется 9,44 г оксида металла.
13. Вычислите объем водорода (н.у.), который выделяется при взаимодействии 0,376 г Al с кислотой.
14. Определите металл ( $\text{C.O.}(\text{Me}) = +2$ ), если 8,34 г этого металла окисляется 0,68 л кислорода (н.у.).
15. Рассчитайте объем водорода, который потребуется для восстановления 9,9 г кислородного соединения элемента, если  $M_{\text{эк}}(\text{Э}) = 24,99 \text{ г/моль-эк}$ .
16. Определите, какой металл массой 3,24 г образует оксид массой 3,48 г,  $\text{C.O.}(\text{Me}) = +1$ .
17. Вычислите объем водорода (н.у.), необходимый для восстановления оксида металла массой 15,9 г, в котором содержание металла составляет 79,87 %.
18. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{Me})$ , если при растворении 0,32 г этого металла в кислоте выделился водород объемом 109,6 мл (н.у.).
19. Рассчитайте  $M_{\text{эк}}(\text{гидрида})$  и  $M_{\text{эк}}(\text{Me})$ , если на образование 43,25 г гидрида щелочного металла требуется 5,6 л водорода (н.у.).
20. Вычислите  $M_{\text{эк}}(\text{Cl}_2)$ , зная, что 0,824 г меди ( $\text{C.O.} = +2$ ) соединяется с 291 мл хлора при н.у.
21. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{кадмия})$  и  $M_{\text{эк}}(\text{оксида})$ , если при окислении 2,82 г кадмия получено 3,21 г оксида.
22. Рассчитайте объем водорода (н.у.), который потребуется для восстановления 100 г оксида, массовая доля металла в котором 79,29 %. Назовите металл, если  $\text{C.O.}(\text{Me}) = +6$ .
23. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{оксида})$  и  $M_{\text{эк}}(\text{Me})$ , зная, что оксид двухвалентного металла содержит 40 % кислорода. Назовите металл.

24. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{Me})$  и его молярную массу, если 2,0 г этого металла (С.О. = +2) при н.у. вытесняют 1,12 л водорода.
25. Вычислите молярные массы эквивалентов двух металлов по следующим данным: 2,0 г первого металла и 1,06 г второго металла образуют оксиды массой, равной соответственно 2,5 и 2,0 г.
26. Определите объем водорода при н.у., требующийся для восстановления 8,6 г оксида некоторого элемента с  $M_{\text{эк}}(\text{Э}) = 25$  г/моль-эк. Рассчитайте массовую долю кислорода в оксиде этого элемента.
27. Вычислите  $V_{\text{эк}}(\text{H}_2)$ , зная, что Al массой 0,752 г при взаимодействии с кислотой вытеснил водород объемом 0,936 л (н.у.), С.О.(Al) = +3.
28. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{H}_3\text{BO}_3)$  и  $Z(\text{H}_3\text{BO}_3)$ , если на нейтрализацию 6,2 г борной кислоты израсходовано 5,6 г КОН.
29. Рассчитайте  $M_{\text{эк}}(\text{щелочи})$ , если при нейтрализации 0,52 г этой щелочи израсходовано 0,585 г азотной кислоты.
30. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{Me})$  и  $M(\text{Me})$ , если данный металл массой 8,34 г окисляется 0,68 л кислорода (н.у.),  $Z(\text{Me}) = 2$ .
31. Вычислите массу некоторого металла, который вытесняет из кислоты 1,12 л водорода (н.у.). Молярная масса эквивалентов этого металла равна 20 г/моль-эк.
32. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{Me})$  и объем водорода (н.у.), который выделился при взаимодействии 5,4 г этого металла с 29,4 г серной кислоты,  $Z(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2$ .
33. Вычислите молярную массу эквивалентов некоторого элемента (С.О. = +3), зная, что молярная масса элемента равна 52 г/моль. Определите массовую долю кислорода в оксиде этого элемента.
34. Рассчитайте молярную массу эквивалентов металла, если массовая доля кислорода в его оксиде равна 20,12 %. Вычислите объем водорода (н.у.), необходимый для восстановления 10 г оксида этого металла.

35. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{S})$  и  $M_{\text{эк}}(\text{Me}_x\text{S}_y)$ , если 64,8 г некоторого металла образуют 69,6 г оксида и 74,4 г сульфида.
36. Назовите элемент, зная, что 2,0 г этого элемента соединяются с 0,378 л кислорода (н.у.),  $\text{C.O.}(\text{Э}) = +4$ .
37. Вычислите  $M_{\text{эк}}(\text{Me})$ ,  $M_{\text{эк}}(\text{Me}_x\text{O}_y)$ , если известно, что на восстановление 26,6 г оксида этого металла ( $\text{C.O.} = +4$ ) требуется 14,93 л водорода (н.у.). Рассчитайте массовую долю металла в оксиде.
38. Определите степень окисления железа в сульфиде ( $\text{Fe}_x\text{S}_y$ ), содержащем 53,85 % железа,  $\text{C.O.}(\text{S}) = -2$ .
39. Вычислите молярную массу оксида, в котором на два атома Me приходится три атома кислорода.  $M_{\text{эк}}(\text{Me}) = 17,33$  г/моль.
40. Определите массу  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , содержащую такое же количество вещества эквивалентов, сколько в 200 г  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .
41. Вычислите молярную массу элемента, зная, что  $\text{C.O.}(\text{Me}) = +2$ , а содержание кислорода в его оксиде составляет 12,46 %. Назовите этот элемент.
42. Определите металл, если 10,0 г этого металла вытесняют 4,0 л водорода (н.у.) из кислоты.  $\text{C.O.}(\text{Me}) = +2$ .
43. Рассчитайте  $M_{\text{эк}}(\text{кислоты})$  и  $M_{\text{эк}}(\text{соли})$  по следующим данным: при нейтрализации 1,62 г кислоты щелочью получено 2,6 г соли и 0,4 г воды,  $M_{\text{эк}}(\text{H}_2\text{O}) = 9,0$  г/моль-эк.
44. Вычислите молярную массу металла, если известно, что 17,4 г этого металла вытесняют из кислоты 6 л водорода (н.у.),  $\text{C.O.}(\text{Me}) = +2$ .
45. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{Me})$  в каждом из двух хлоридов  $\text{MeCl}_x$ , которые образует этот металл, если в них содержание металла равно соответственно 44,09 и 34,46 %.
46. Рассчитайте молярные массы эквивалентов металла, его оксида и углерода, зная, что на восстановление 15,9 г оксида металла ( $\text{C.O.}(\text{Me}) = +2$ ) требуется 1,2 г углерода или 4,48 л водорода (н.у.).



47. Вычислите С.О.(As) в соединении с серой, в котором на 1 г As приходится 1,068 г S.  $M_{\text{эк}}(\text{S}) = 16 \text{ г/моль-эк}$ .
48. Определите молярную массу элемента, зная, что содержание кислорода в его оксиде 31,58 %, С.О.(Э) = +3.
49. Вычислите объем кислорода (н.у.), необходимый для окисления 15,2 г металла, если молярная масса эквивалентов этого металла равна 9 г/моль-эк. Рассчитайте массовую долю этого металла в его оксиде.
50. Определите молярную массу эквивалентов металла, для восстановления которого из 17 г оксида потребовалось при н.у. 11,2 л водорода.
51. Вычислите массу  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , в которой содержится такое же количество вещества эквивалентов, сколько в 140 г  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ .
52. Определите металл (С.О. = +2), зная, что этот металл массой 0,7 г вытесняет из раствора никелевой соли 0,734 г Ni, а из раствора кислоты водород объемом 280 мл (н.у.).
53. Рассчитайте молярные массы эквивалентов металла и его оксида, если известно, что при окислении 16,74 г этого металла (С.О. = +2) образовалось 23,45 г оксида. Вычислите молярную массу металла.
54. Определите элемент (С.О. = +5), зная, что его оксид содержит 43,67 % элемента. Составьте формулу оксида.
55. Вычислите степень окисления золота в его хлориде, содержащем 64,9 % золота.
56. Назовите металл, зная, что 1 г этого металла (С.О. = +4) соединяется с 0,189 л кислорода (н.у.).
57. Рассчитайте молярную массу эквивалентов и молярную массу трехвалентного элемента, если его оксид содержит 31,58 % кислорода.

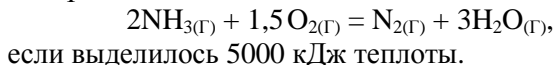
58. Определите  $M_{\text{эк}}$ (галогена) и назовите галоген, если известно, что оксид металла содержит 47,06 % кислорода, а галогенид этого металла содержит 89,88 % галогена.
59. Вычислите объем кислорода (н.у.), необходимый для сжигания 16 моль-эк магния.
60. Определите  $M_{\text{эк}}(\text{Me})$  и назовите металл, зная, что при окислении 10 г этого металла образовалось 15 г оксида,  $\text{C.O.}(\text{Me}) = +6$ .
- 61–120. Определите молярные массы эквивалентов  $M_{\text{эк}}(\text{B})$  и эквивалентное число  $Z(\text{B})$  подчеркнутых веществ в реакциях:
61.  $2\underline{\text{Al}} + \underline{\text{Cr}_2\underline{\text{O}_3}} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\underline{\text{Cr}}$
62.  $\underline{\text{Li}_2\underline{\text{CO}_3}} + 2\underline{\text{HCl}} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2\underline{\text{LiCl}}$
63.  $\underline{\text{K}_2\underline{\text{O}}} + 2\underline{\text{H}_2\underline{\text{SO}_4}} = 2\underline{\text{KHSO}_4} + \underline{\text{H}_2\underline{\text{O}}}$
64.  $4\underline{\text{C}} + \underline{\text{Na}_2\underline{\text{SO}_4}} = 4\underline{\text{CO}} + \underline{\text{Na}_2\underline{\text{S}}}$
65.  $\underline{\text{BaCl}_2} + 2\underline{\text{KF}} = \underline{\text{BaF}_2} + 2\underline{\text{KCl}}$
66.  $\text{Na}_2\underline{\text{S}} + \text{H}_2\underline{\text{O}} = \underline{\text{NaHS}} + \underline{\text{NaOH}}$
67.  $2\underline{\text{Mg}} + \underline{\text{O}_2} = 2\underline{\text{MgO}}$
68.  $\underline{\text{Bi}(\text{OH})_3} + 2\underline{\text{HCl}} = \underline{\text{Bi}(\text{OH})\text{Cl}_2} + \underline{\text{H}_2\underline{\text{O}}}$
69.  $\underline{\text{BaS}} + \underline{\text{J}_2} = \underline{\text{S}} + \underline{\text{BaJ}_2}$
70.  $3\underline{\text{MgSO}_4} + 2\underline{\text{K}_3\underline{\text{PO}_4}} = \underline{\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2} + 3\underline{\text{K}_2\underline{\text{SO}_4}}$
71.  $\underline{\text{Sr}(\text{OH})_2} + \underline{\text{H}_2\underline{\text{CrO}_4}} = \underline{\text{SrCrO}_4} + 2\underline{\text{H}_2\underline{\text{O}}}$
72.  $3\underline{\text{MnO}} + 2\underline{\text{Al}} = \underline{\text{Al}_2\underline{\text{O}_3}} + 3\underline{\text{Mn}}$
73.  $3\underline{\text{H}_2\underline{\text{S}}} + \underline{\text{K}_2\underline{\text{Cr}_2\underline{\text{O}_7}} + 4\underline{\text{H}_2\underline{\text{SO}_4}} = 3\underline{\text{S}} + \underline{\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3} + \underline{\text{K}_2\underline{\text{SO}_4}} + 7\underline{\text{H}_2\underline{\text{O}}}$
74.  $2\underline{\text{Al}} + 3\underline{\text{CuSO}_4} = \underline{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} + 3\underline{\text{Cu}}$
75.  $2\underline{\text{AgOH}} + \underline{\text{H}_2\underline{\text{CrO}_4}} = \underline{\text{Ag}_2\underline{\text{CrO}_4}} + 2\underline{\text{H}_2\underline{\text{O}}}$
76.  $2\underline{\text{ZnS}} + 3\underline{\text{O}_2} = 2\underline{\text{ZnO}} + 2\underline{\text{SO}_2}$
77.  $2\underline{\text{CrCl}_3} + 3\underline{\text{H}_2\underline{\text{S}}} = \underline{\text{Cr}_2\underline{\text{S}_3}} + 6\underline{\text{HCl}}$
78.  $2\underline{\text{Au}} + 3\underline{\text{Cl}_2} = 2\underline{\text{AuCl}_3}$

79.  $\underline{\text{HCl}} + \underline{\text{Cr(OH)}_3} = \text{Cr(OH)}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
80.  $3\underline{\text{CO}} + \underline{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 3\underline{\text{CO}_2} + 2\underline{\text{Fe}}$
81.  $\underline{\text{Pb(NO}_3)_2} + \underline{\text{K}_2\text{CrO}_4} = \text{PbCrO}_4 + 2\underline{\text{KNO}_3}$
82.  $3\underline{\text{C}} + 4\underline{\text{HNO}_3} = 3\underline{\text{CO}_2} + 4\underline{\text{NO}} + 2\underline{\text{H}_2\text{O}}$
83.  $2\underline{\text{V}_2\text{O}_3} + \underline{\text{O}_2} = 2\underline{\text{V}_2\text{O}_4}$
84.  $2\underline{\text{Mg(OH)}_2} + \underline{\text{H}_2\text{SO}_4} = (\text{MgOH})_2\text{SO}_4 + 2\underline{\text{H}_2\text{O}}$
85.  $\underline{\text{BaS}} + \underline{\text{CaCl}_2} = \text{CaS} + \text{BaCl}_2$
86.  $2\underline{\text{H}_2} + \underline{\text{V}_2\text{O}_5} = 2\underline{\text{H}_2\text{O}} + \underline{\text{V}_2\text{O}_3}$
87.  $\underline{\text{Fe(OH)}_3} + \underline{\text{HCl}} = \text{Fe(OH)}_2\text{Cl} + \underline{\text{H}_2\text{O}}$
88.  $4\underline{\text{C}} + \underline{\text{BaSO}_4} = 4\underline{\text{CO}} + \underline{\text{BaS}}$
89.  $\underline{\text{Bi(NO}_3)_3} + 2\underline{\text{KOH}} = \text{Bi(OH)}_2\text{NO}_3 + 2\underline{\text{KNO}_3}$
90.  $\underline{\text{S}} + \underline{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \underline{\text{K}_2\text{SO}_4} + \underline{\text{Cr}_2\text{O}_3}$
91.  $\underline{\text{Al}_2\text{S}_3} + 6\underline{\text{H}_2\text{O}} = 3\underline{\text{H}_2\text{S}} + 2\underline{\text{Al(OH)}_3}$
92.  $(\text{NH}_4)_2\underline{\text{Cr}_2\text{O}_7} = \underline{\text{N}_2} + 4\underline{\text{H}_2\text{O}} + \underline{\text{Cr}_2\text{O}_3}$
93.  $\underline{\text{Ba(OH)}_2} + 2\underline{\text{H}_3\text{PO}_4} = 2\underline{\text{H}_2\text{O}} + \underline{\text{Ba(H}_2\text{PO}_4)_2}$
94.  $2\underline{\text{MnO}_2} + \underline{\text{O}_2} + 2\underline{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 2\underline{\text{Na}_2\text{MnO}_4} + 2\underline{\text{CO}_2}$
95.  $2\underline{\text{Ni(OH)}_2} + \underline{\text{H}_2\text{SO}_4} = (\text{NiOH})_2\underline{\text{SO}_4} + 2\underline{\text{H}_2\text{O}}$
96.  $2\underline{\text{CO}} + \underline{\text{MnO}_2} = 2\underline{\text{CO}_2} + \underline{\text{Mn}}$
97.  $(\text{NH}_4)_2\underline{\text{S}} + \underline{\text{ZnSO}_4} = \underline{\text{ZnS}} + (\text{NH}_4)_2\underline{\text{SO}_4}$
98.  $\underline{\text{H}_2\text{CrO}_4} + \underline{\text{Ba(OH)}_2} = \underline{\text{BaCrO}_4} + 2\underline{\text{H}_2\text{O}}$
99.  $2\underline{\text{KMnO}_4} + 3\underline{\text{Na}_2\text{SO}_3} + \underline{\text{H}_2\text{O}} = 3\underline{\text{Na}_2\text{SO}_4} + 2\underline{\text{MnO}_2} + 2\underline{\text{KOH}}$
100.  $\underline{\text{Sb(OH)}_3} + \underline{\text{HNO}_3} = \underline{\text{Sb(OH)}_2\text{NO}_3} + \underline{\text{H}_2\text{O}}$
101.  $4\underline{\text{Fe(OH)}_2} + \underline{\text{O}_2} + 2\underline{\text{H}_2\text{O}} = 4\underline{\text{Fe(OH)}_3}$
102.  $\underline{\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3} + 2\underline{\text{H}_2\text{O}} = 2\underline{\text{Cr(OH)SO}_4} + \underline{\text{H}_2\text{SO}_4}$
103.  $\underline{\text{Na}_2\text{CO}_3} + \underline{\text{Ca(OH)}_2} = \underline{\text{CaCO}_3} + 2\underline{\text{NaOH}}$
104.  $2\underline{\text{B}} + 2\underline{\text{NH}_3} = 3\underline{\text{H}_2} + 2\underline{\text{BN}}$
105.  $\underline{\text{CdSO}_4} + 2\underline{\text{KOH}} = \underline{\text{Cd(OH)}_2} + \underline{\text{K}_2\text{SO}_4}$

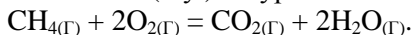
106.  $\text{Ga}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Ga}(\text{OH})\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
107.  $2\text{Co} + \text{O}_2 = 2\text{CoO}$
108.  $2\text{FeCl}_3 + 3(\text{NH}_4)_2\text{S} = \text{Fe}_2\text{S}_3 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$
109.  $\text{H}_2 + \text{Au}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O} + 2\text{Au}$
110.  $\text{Sc}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} = 2\text{Sc}(\text{OH})_3$
111.  $\text{FeO} + 4\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
112.  $3\text{NaOH} + 3\text{CaHPO}_4 = \text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
113.  $\text{Ga}(\text{OH})_2\text{Cl} + \text{HCl} = \text{GaOHCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
114.  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{AlOHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
115.  $2\text{Cu}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$
116.  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
117.  $\text{As}_2\text{O}_3 + 4\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{AsO}_4 + 4\text{NO}_2$
118.  $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_3 = \text{Mg}(\text{HSO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
119.  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{CO}_2$
120.  $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

## 2. ТЕПЛОВЫЕ ЭФФЕКТЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

121. Рассчитайте объем (н.у.) сгоревшего аммиака в уравнении реакции

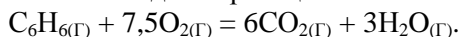


122. Определите количество теплоты, которое выделится при сгорании 1 м<sup>3</sup> метана (н.у.) по уравнению

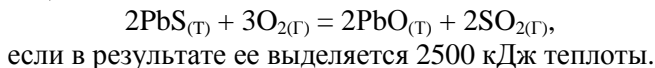


123. Вычислите объем СО (н.у.), который необходимо сжечь, чтобы выделилось 4,2 кДж теплоты.

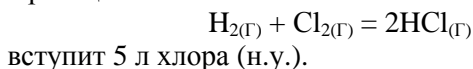
124. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится при образовании 1 кг воды по реакции



125. Определите количество кислорода, которое вступает в реакцию



126. Вычислите количество теплоты, которое выделится, если в реакцию



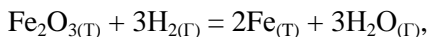
127. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится (или поглотится) при образовании 3,84 г  $\text{HI}_{(\Gamma)}$  из простых веществ.

128. Определите количество теплоты, необходимое для разложения 100 кг известняка, содержащего 12 % неразлагающихся примесей. Процесс протекает по уравнению



129. Вычислите количество теплоты, которое выделится при сгорании 1 т угля, содержащей 10 % негорючих примесей.

130. Рассчитайте массу полученного железа в уравнении реакции



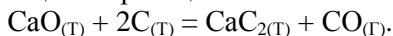
если на восстановление оксида железа водородом затрачено 5000 кДж теплоты.

131. Определите количество теплоты, которое выделится при горении 1 кг бензина, если в нем содержится 25 %  $\text{C}_6\text{H}_{14(\text{Ж})}$  и 75 %  $\text{C}_7\text{H}_{16(\text{Ж})}$ . В обоих случаях в качестве продуктов реакции образуются  $\text{CO}_{2(\text{T})}$  и  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{T})}$ .

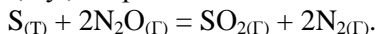
132. Рассчитайте массу жидкого бензола  $\text{C}_6\text{H}_{6(\text{Ж})}$ , при сгорании которого выделяется такое же количество теплоты, как и при сгорании 1 кг газообразного этилена  $\text{C}_2\text{H}_{4(\text{T})}$ . Продуктами сгорания в обоих случаях являются  $\text{CO}_{2(\text{T})}$  и  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{T})}$ .

133. Определите количество теплоты, которое надо затратить для разложения 9 г жидкой воды на водород и кислород.

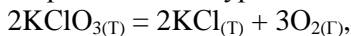
134. Вычислите изменение энтальпии при образовании 1 кг карбида кальция по реакции



135. Рассчитайте изменение энтальпии в процессе образования 12,2 л азота (н.у.) по реакции

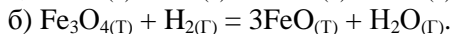
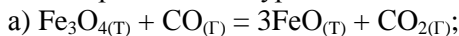


136. Вычислите количество теплоты, которое выделится при разложении хлората калия по уравнению реакции

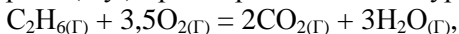


если образуется 10 л кислорода (н.у.).

137. Определите наиболее энергетически выгодный способ восстановления магнетита  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  до  $\text{FeO}$ , который может протекать по приведенным уравнениям:

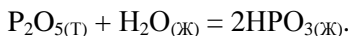


138. Вычислите объемы сгоревшего этана и прореагировавшего кислорода (н.у.) при сгорании этана по уравнению



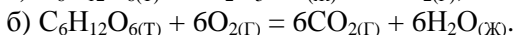
если выделилось 5000 кДж теплоты.

139. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится при взаимодействии 30 кг оксида фосфора  $P_2O_5$  с водой по реакции



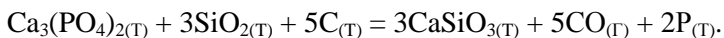
140. Вычислите количество теплоты, которое выделится при гашении 5 моль-эк извести  $CaO_{(T)}$  водой.

141. Определите, в результате какого процесса организм человека получит больше теплоты при образовании равных объемов  $CO_2$ , если превращение глюкозы может протекать по двум реакциям:



142. Рассчитайте массу калия, прореагировавшего с водой, если тепловой эффект составляет  $-2800$  кДж, а при взаимодействии 3 моль металлического калия с водой выделяется 420,3 кДж теплоты.

143. Вычислите количество теплоты, необходимое для получения 15 моль фосфора по реакции



Определите массу оксида кремния, необходимого для этого процесса.

144. Рассчитайте количество теплоты, которое необходимо затратить для получения 1 м<sup>3</sup> газов (н.у.) по реакции

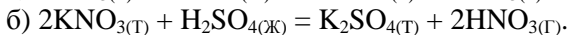
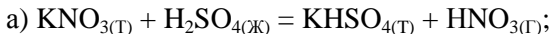


145. Определите количество теплоты, которое выделится при взаимодействии 10 кг  $Na_2O_{(T)}$  с водой.

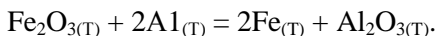
146. Составьте термохимическое уравнение реакции взрыва гремучего газа, если при взрыве 5 л (н.у.) гремучего газа ( $2H_{2(T)} + O_{2(T)}$ ) выделилось 36 кДж теплоты.

147. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится (или поглотится) в процессе получения 2 кг  $HNO_3$ , если 75 % ее

образуется по реакции а). При получении азотной кислоты из  $\text{KNO}_3$  протекают следующие реакции:



- 148.** Вычислите количество теплоты, которое выделится при образовании 112 кг Fe, по уравнению реакции:

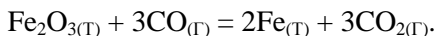


- 149.** Рассчитайте объем образующегося кислорода (н.у.), если израсходовано 1340 кДж теплоты на разложение  $\text{MnO}_2$  по реакции

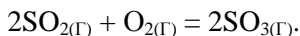


- 150.** Определите объем сгоревшего этана (н.у.), если при сгорании этана  $\text{C}_2\text{H}_{6(\text{Г})}$  с образованием  $\text{CO}_{2(\text{Г})}$  и  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{Г})}$  выделилось 2000 кДж теплоты.

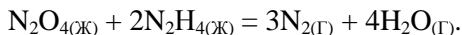
- 151.** Рассчитайте количество теплоты, выделяющейся (или поглощающейся) при образовании 100 кг железа в основном процессе, протекающем в доменной печи:



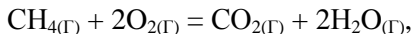
- 152.** Вычислите количество теплоты, выделяющейся (или поглощающейся) при окислении 1,5 кг  $\text{SO}_2$  по уравнению



- 153.** Определите количество теплоты, выделившейся при сгорании 100 кг исходной смеси для реактивных двигателей:



- 154.** Рассчитайте количество вещества эквивалентов кислорода, необходимого для полного сгорания метана по реакции:



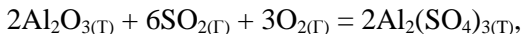
если в процессе выделилось 3000 кДж теплоты.

- 155.** Вычислите количество теплоты, выделяющейся (или поглощающейся) при образовании 2 моль-эк кислорода по реакции





156. Рассчитайте массу образовавшегося сульфата алюминия по реакции

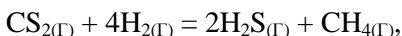


если в процессе выделилось 5000 кДж теплоты.

157. Определите объем (н.у.) газообразного бутана  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ , при сгорании которого выделяется такое же количество теплоты, как и при сгорании 1 т угля, содержащего 15 % негорючих примесей. Продуктами горения являются  $\text{CO}_{2(\Gamma)}$  и  $\text{H}_2\text{O}_{(\Gamma)}$ .

158. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится при сгорании 20 моль аммиака, если при сгорании газообразного аммиака  $\text{NH}_3$  образуются пары воды и оксид азота (II).

159. Определите объем газов (н.у.), который может быть получен по реакции

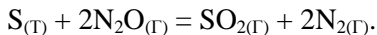


если в результате процесса выделилось 2000 кДж теплоты.

160. Вычислите количество теплоты, которое необходимо затратить для разложения 10 моль-эк бромида ртути:



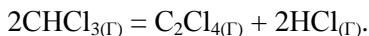
161. Рассчитайте количество теплоты, которое выделяется (или поглощается) в процессе окисления 50 моль-эк серы по уравнению



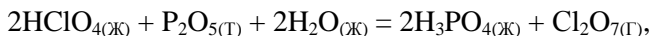
Определите объем газов (н.у.), образующихся в этом процессе.

162. Вычислите количество теплоты, выделяющейся при сгорании: а)  $10 \text{ м}^3$  пропана  $\text{C}_3\text{H}_{8(\Gamma)}$ ; б)  $10 \text{ м}^3$  бутана  $\text{C}_4\text{H}_{10(\Gamma)}$ . Продукты горения в обоих случаях  $\text{CO}_{2(\Gamma)}$  и  $\text{H}_2\text{O}_{(\Gamma)}$ . Какой газ является лучшим топливом?

163. Рассчитайте количество теплоты, которое выделяется (или поглощается) при образовании  $1 \text{ м}^3$  газов (н.у.) по реакции

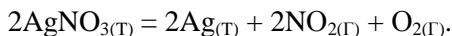


164. Определите массу оксида фосфора, прореагировавшего по реакции

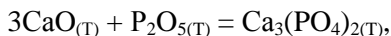


если в результате выделилось 500 кДж теплоты.

165. Вычислите количество теплоты, которое необходимо затратить для разложения 1,8 кг  $\text{AgNO}_3$  по уравнению

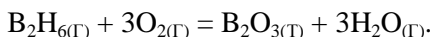


166. Рассчитайте массу оксида кальция, прореагировавшего с оксидом фосфора по реакции

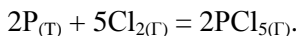


если в процессе выделилось 1478 кДж теплоты.

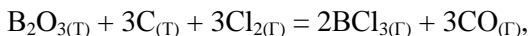
167. Вычислите количество теплоты, которое выделится при сгорании 2 м<sup>3</sup> диборана  $\text{B}_2\text{H}_6$  (н.у.) по уравнению



168. Определите количество теплоты, выделившейся при взаимодействии 44,8 л хлора (н.у.) с фосфором по уравнению



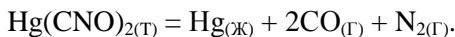
169. Вычислите объем хлора (н.у.), прореагировавшего по уравнению



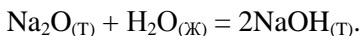
если при этом было затрачено 8000 кДж теплоты.

170. Рассчитайте массу угля, содержащего 20 % негорючих примесей, при сгорании которого выделяется 6000 кДж теплоты.

171. Определите объем выделяющихся газов (н.у.) и тепловой эффект при взрыве 5 кг  $\text{Hg}(\text{CNO})_2$ , если разложение гремучей ртути происходит по уравнению



172. Вычислите количество теплоты, которое выделится (или поглотится) при взаимодействии 1,5 кг  $\text{Na}_2\text{O}$  с водой по реакции

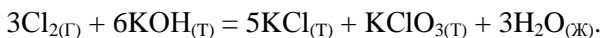


173. Определите объем газов (н.у.), который можно получить по реакции

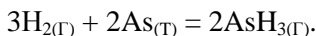


если в процессе израсходовано 4000 кДж теплоты.

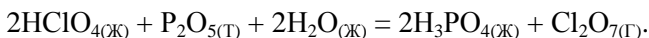
174. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится (или поглотится) при взаимодействии 2 л хлора (н.у.) с КОН по реакции



175. Определите количество теплоты, которое выделится (или поглотится) при взаимодействии 9 моль-эк мышьяка с водородом по уравнению

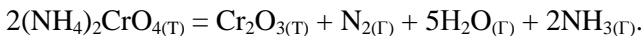


176. Вычислите количество теплоты, которое выделится (или поглотится) при образовании 5 моль фосфорной кислоты по реакции



177. Рассчитайте объем сгоревшего пропана (н.у.), если при сгорании пропана  $\text{C}_3\text{H}_{8(\text{Г})}$  с образованием  $\text{CO}_{2(\text{Г})}$  и  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{Г})}$  выделилось 3500 кДж теплоты.

178. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится (или поглотится) при получении 5 л газов (н.у.) по реакции

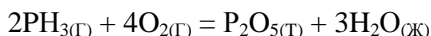


179. Определите массу сгоревшего спирта, если при сгорании жидкого этилового спирта  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , выделилось 308,7 кДж теплоты и образовались  $\text{CO}_{2(\text{Г})}$  и  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{Г})}$ .

180. Рассчитайте объем вступившего в реакцию кислорода (н.у.), зная, что при полном сгорании этилена  $C_2H_4(г)$  до  $CO_2(г)$  и  $H_2O(г)$  выделилось 6226 кДж теплоты.

### 3. ЭНТАЛЬПИИ ОБРАЗОВАНИЯ ВЕЩЕСТВ

181. Рассчитайте стандартную энтальпию образования фосфина, если при взаимодействии фосфина  $PH_3$  с 9 л кислорода (н.у.) по реакции



выделяется 237 кДж теплоты и известны  $\Delta H_f^0(P_2O_5(т))$  и  $\Delta H_f^0(H_2O(ж))$ .

182. Определите стандартную энтальпию образования оксида серы (VI), если при сгорании 0,5 моль серы выделяется 197,6 кДж теплоты.
183. Определите стандартную энтальпию образования оксида магния, если при восстановлении 1 моль диоксида кремния магнием выделяется 291 кДж теплоты и известна  $\Delta H_f^0(SiO_2(т))$ .
184. Рассчитайте стандартную энтальпию образования ацетилена, зная, что при сгорании 10 л (н.у.) газообразного ацетилена ( $C_2H_2$ ) с образованием газообразных воды и оксида углерода (IV) выделяется 562 кДж теплоты.
185. Определите стандартную энтальпию образования оксида фосфора (V), если при сгорании 12 г фосфора выделяется 300 кДж теплоты.
186. Вычислите стандартную энтальпию образования оксида углерода (IV), если при сжигании графита образовалось 8,8 г оксида углерода (IV) и выделилось 78,7 кДж теплоты.
187. Рассчитайте стандартную энтальпию образования сульфида железа (II), если при взаимодействии 42,0 г железа с серой выделилось 75,4 кДж теплоты.

**188.** Определите стандартную энтальпию образования оксида меди (II), если при восстановлении 25,4 г оксида меди (II) углеродом с образованием  $\text{CO}_{(\Gamma)}$  поглощается 17,5 кДж теплоты и известна  $\Delta H_f^0(\text{CO}_{(\Gamma)})$ .

**189.** Вычислите стандартную энтальпию образования оксида углерода (IV), если при сгорании 1 моль  $\text{CO}$  выделяется 283 кДж теплоты и известна  $\Delta H_f^0(\text{CO}_{(\Gamma)})$ .

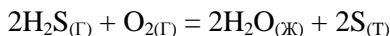
**190.** Рассчитайте стандартную энтальпию образования азотной кислоты, если при образовании 12 кг  $\text{HNO}_{3(\text{Ж})}$  по реакции



выделяется 12 190 кДж теплоты;  $\Delta H_f^0(\text{NO}_{2(\Gamma)})$  и  $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})})$  приведены в приложении.

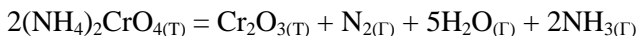
**191.** Вычислите  $\Delta H_f^0(\text{CO}_{(\Gamma)})$ , если при сгорании 3 моль-эк оксида углерода (II) выделяется 424,5 кДж теплоты и известна  $\Delta H_f^0(\text{CO}_{2(\Gamma)})$ .

**192.** Вычислите стандартную энтальпию образования сероводорода, если при сгорании 13,6 г сероводорода по реакции



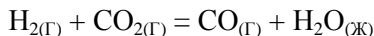
выделяется 106 кДж теплоты;  $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})})$  известна.

**193.** Рассчитайте стандартную энтальпию образования хромата аммония, если при разложении 1 моль хромата аммония по реакции



выделяется 76,9 кДж теплоты. При расчете используйте табличные значения  $\Delta H_f^0$  оксида хрома, воды, аммиака.

**194.** Вычислите стандартную энтальпию образования оксида углерода (II), если при восстановлении 2 моль-эк  $\text{CO}_2$  по реакции



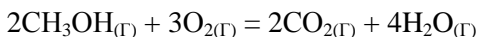
выделяется 2,8 кДж теплоты; значения  $\Delta H_f^0(\text{CO}_{2(\Gamma)})$  и  $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})})$  приведены в приложении.

- 195.** Рассчитайте стандартную энтальпию образования оксида магния, если известно, что на образование 1 моль оксида магния по реакции



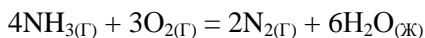
затрачивается 257 кДж теплоты; значения  $\Delta H_f^0(\text{Mg}(\text{NO}_3)_{2(\text{Г})})$  и  $\Delta H_f^0(\text{NO}_{2(\text{Г})})$  приведены в приложении.

- 196.** Вычислите  $\Delta H_f^0(\text{CH}_3\text{OH}_{(\text{Г})})$ , если при сгорании 10 г метанола по реакции



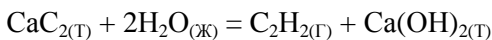
выделяется 210 кДж теплоты; значения  $\Delta H_f^0(\text{CO}_{2(\text{Г})})$  и  $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{Г})})$  приведены в приложении.

- 197.** Рассчитайте  $\Delta H_f^0(\text{NH}_3_{(\text{Г})})$ , зная, что при окислении 5 моль-эк аммиака по реакции



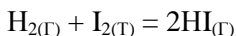
выделяется 637,5 кДж теплоты;  $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})})$  известна.

- 198.** Рассчитайте  $\Delta H_f^0(\text{CaC}_2_{(\text{T})})$ , если при растворении 16 г карбида кальция в воде по реакции



выделяется 31,3 кДж теплоты;  $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})})$ ,  $\Delta H_f^0(\text{C}_2\text{H}_2_{(\text{Г})})$ ,  $\Delta H_f^0(\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{T})})$  известны.

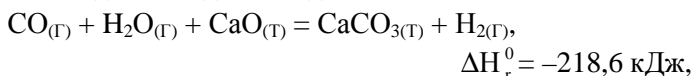
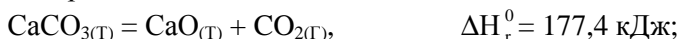
- 199.** Рассчитайте стандартную энтальпию образования иодоводорода, зная, что на образование 25,6 г иодоводорода по реакции



затрачивается 5,2 кДж теплоты.

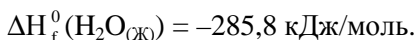
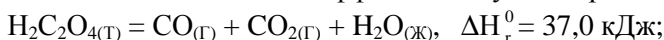
**200.** Вычислите стандартную энтальпию образования карбида кальция  $\Delta H_f^0(\text{CaC}_{2(\Gamma)})$ , являющегося единственным продуктом реакции, если при взаимодействии 100 г кальция с углеродом выделяется 156,8 кДж теплоты.

**201.** Рассчитайте стандартную энтальпию образования оксида углерода (IV), если известны тепловые эффекты следующих реакций:

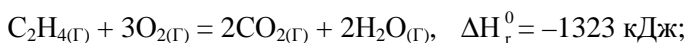


а также известны значения  $\Delta H_f^0(\text{CO}_{(\Gamma)})$  и  $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(\Gamma)})$ .

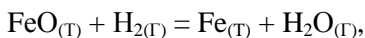
**202.** Рассчитайте стандартную энтальпию образования  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , если известны тепловые эффекты следующих реакций:



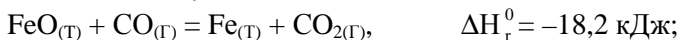
**203.** Определите  $\Delta H_f^0(\text{C}_2\text{H}_{4(\Gamma)})$ , используя следующие данные:



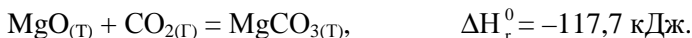
**204.** Вычислите изменение энтальпии реакции



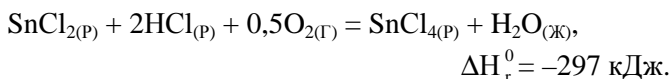
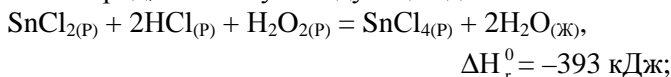
исходя из следующих данных:



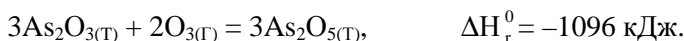
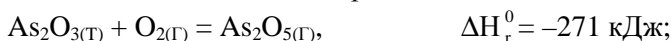
**205.** Вычислите стандартную энтальпию образования карбоната магния, пользуясь следующими данными:



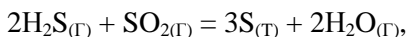
**206.** Определите энтальпию реакции разложения  $H_2O_2$  на воду и кислород, используя следующие данные:



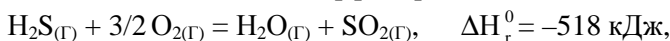
**207.** Вычислите изменение энтальпии при превращении 1 моль кислорода в озон  $O_2 = 2/3 O_3$ , исходя из данных для реакции окисления  $As_2O_3$  кислородом и озоном:



**208.** Вычислите изменение энтальпии реакции



если известны тепловой эффект реакции



$$\text{и } \Delta H_f^0(SO_{2(Г)}) = -296 \text{ кДж/моль},$$

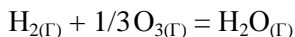
$$\Delta H_f^0(H_2O_{(Г)}) = -242 \text{ кДж/моль}.$$

**209.** Определите стандартную энтальпию образования твердого пентахлорида фосфора по следующим данным:

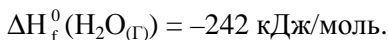




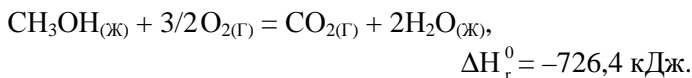
210. Вычислите изменение энтальпии реакции



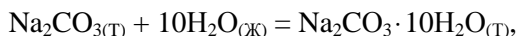
по следующим данным:



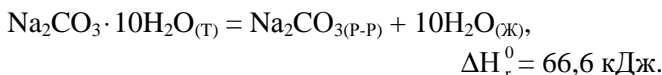
211. Вычислите стандартную энтальпию образования метилового спирта  $\text{CH}_3\text{OH}$ , используя следующие данные:



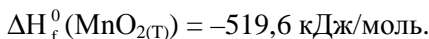
212. Определите изменение энтальпии процесса гидратации карбоната натрия



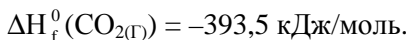
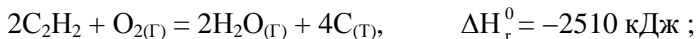
если известны тепловые эффекты следующих реакций:



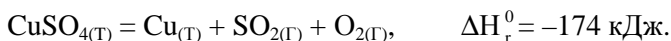
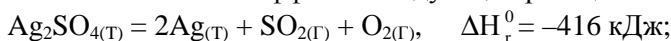
213. Вычислите стандартную энтальпию образования  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , если для разложения 2 моль  $\text{MnO}_2$  требуется затратить 115,2 кДж теплоты. Реакция разложения оксида марганца (IV) выражается уравнением



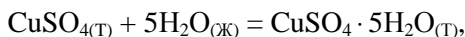
214. Рассчитайте стандартную энтальпию образования ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$ , используя следующие данные:



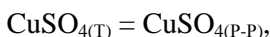
215. Определите, на какую величину различаются стандартные энтальпии образования сульфатов серебра и меди, если известны тепловые эффекты следующих реакций:



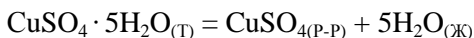
216. Вычислите изменение энтальпии процесса



если при растворении 40 г безводного сульфата меди ( $\text{CuSO}_4$ ) выделяется 16,8 кДж теплоты:

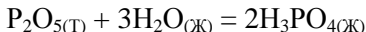


при растворении 50 г пентагидрата сульфата меди



в том же количестве воды поглощается 2,3 кДж теплоты.

217. Рассчитайте стандартную энтальпию образования фосфорной кислоты, если при образовании 2 моль  $\text{H}_3\text{PO}_4$  по реакции

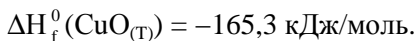
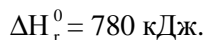
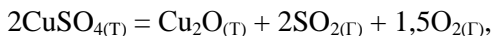
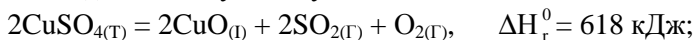


выделяется 140 кДж теплоты и известны тепловые эффекты следующих реакций:

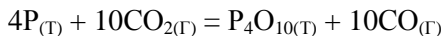


218. Рассчитайте стандартную энтальпию образования  $\text{Na}_2\text{O}_{(\text{T})}$ , если при взаимодействии 10 г твердого оксида натрия с водой выделяется 22,1 кДж теплоты и известны значения  $\Delta H_{\text{f}}^0(\text{NaOH}_{(\text{T})})$  и  $\Delta H_{\text{f}}^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})})$ .

219. Рассчитайте стандартную энтальпию образования оксида меди (I), используя следующие данные:



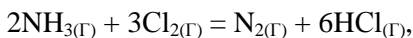
220. Рассчитайте стандартную энтальпию образования  $P_4O_{10}$ , если при взаимодействии 1 моль фосфора по реакции



выделяется 65,8 кДж теплоты, а при сгорании 1 моль оксида углерода (II) до оксида углерода (IV) выделяется 283 кДж теплоты.

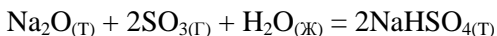
#### 4. ИЗМЕНЕНИЕ ЭНТРОПИИ РЕАКЦИИ

221. Рассчитайте изменение энтропии в процессе взаимодействия аммиака с хлором:



если в реакцию вступит 30 г аммиака.

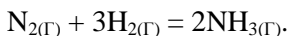
222. Вычислите стандартную энтропию  $NaHSO_4$ , если известно, что при взаимодействии 2,4 кг  $Na_2O$  по реакции



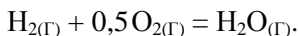
изменение энтропии составляет  $-15604$  Дж/К. Стандартные энтропии  $Na_2O_{(T)}$ ,  $SO_{3(T)}$ ,  $H_2O_{(ж)}$  известны.

223. Рассчитайте энтропию системы при  $25^\circ C$ , состоявшей из 1 моль азота и 3 моль водорода, предполагая:

- а) полное отсутствие химического взаимодействия между азотом и водородом;
- б) полное превращение веществ в аммиак по реакции



224. Определите изменение энтропии при 298 К в процессе образования 10 кг водяного пара по реакции



225. Вычислите массу оксида магния, вступившего в реакцию

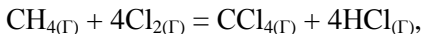


если в результате изменение энтропии составляет 100 Дж/К.

226. Рассчитайте изменение энтропии при 298 К, если образовалось 50 л (н.у.) аммиака по реакции

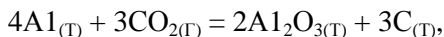


227. Определите объем (н.у.) HCl, образующийся по реакции



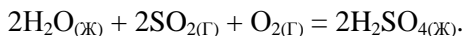
если изменение энтропии при этом составляет 200 Дж/К.

228. Вычислите изменение энтропии в реакции



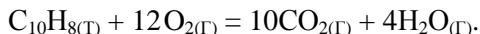
если в нее вступает 5 моль-эк алюминия.

229. Определите изменение энтропии в процессе образования 1 кг H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> по реакции

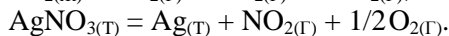
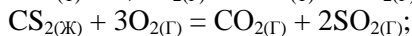
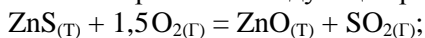


230. Рассчитайте энтропию системы, образованную 1 моль нафталина (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>) и 12 моль кислорода при 25 °С, предполагая:

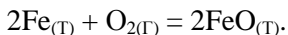
- а) полное отсутствие химического взаимодействия между C<sub>10</sub>H<sub>8</sub> и O<sub>2</sub>;  
б) полное превращение указанных веществ по реакции



231. Определите, будут ли протекать самопроизвольно в изолированной системе при 25 °С следующие реакции:

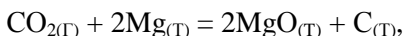


232. Вычислите изменение энтропии при 25 °С для реакции



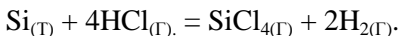
Определите объем кислорода (н.у.), необходимый для этого, если известно, что изменение энтропии в результате протекания процесса равно –1450 Дж/К.

233. Определите массу образовавшегося углерода по реакции

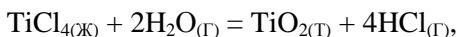


если изменение энтропии составляет –5200 Дж/К.

234. Определите изменение энтропии в процессе взаимодействия 10 кг кремния по реакции

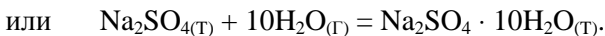
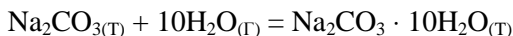


235. Рассчитайте массу хлорида титана, вступившего при стандартных условиях в реакцию:



если в результате изменение энтропии составляет 100 Дж/К.

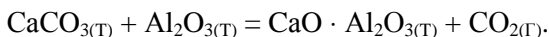
236. Определите, для какой из реакций образования кристаллогидрата при 298 К изменение энтропии будет больше:



Как изменится энтропия при образовании 1 кг кристаллогидрата?

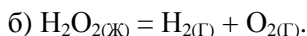
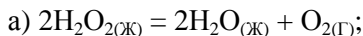
## 5. НАПРАВЛЕННОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

237. Определите возможность взаимодействия известняка и глинозема при 1200 °С по реакции



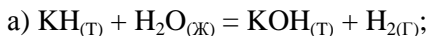
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания прямой реакции?

238. Определите, по какой реакции при 25 °С возможно разложение пероксида водорода:



Может ли повлиять на ответ задачи понижение температуры?

239. Определите, какая из двух реакций протекает при 25 °С:



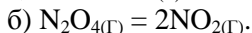
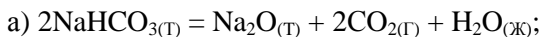
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания этой реакции?

240. Возможно ли взаимодействие алюминия с водой при 25 °С по реакции



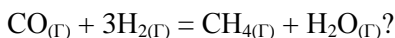
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания прямой реакции?

241. Определите, какая из приведенных реакций протекает при 25 °С самопроизвольно и является экзотермической:



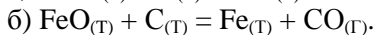
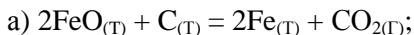
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания самопроизвольной реакции?

242. Верно ли предположение, что при синтезе метанола по реакции  $\text{CO}_{(\text{Г})} + 2\text{H}_{2(\text{Г})} = \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{Ж})}$ , проводимой при 400 °С, наряду с основной протекает побочная реакция



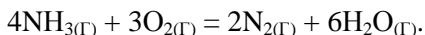
Как повлияет на ответ изменение температуры?

243. Сравните вероятность протекания реакций при 900 °С:



Как повлияет на эту вероятность изменение температуры?

244. Определите, при какой температуре становится возможным процесс окисления аммиака по уравнению



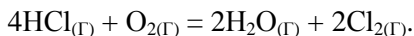
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания этой реакции?

245. Установите, при какой температуре становится возможным процесс разложения карбоната кальция по реакции



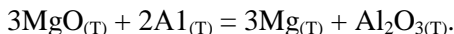
Как надо изменить температуру, чтобы вероятность протекания этого процесса возросла?

246. Определите, возможно ли получение хлора при 200 °С по реакции



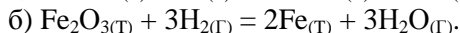
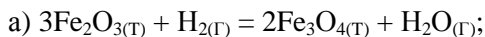
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания этой реакции?

247. Определите возможность использования металлического алюминия для восстановления магния из оксида при 100 °С:



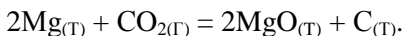
Как повлияет изменение температуры на вероятность получения магния по указанной реакции?

248. Сравните вероятность протекания реакций при 800 °С:



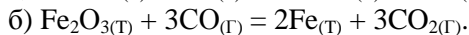
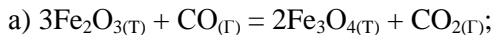
Какое влияние на эти процессы окажет изменение температуры?

249. Определите направление самопроизвольного процесса при 25 °С:



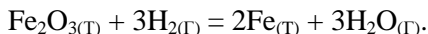
Изменится ли направление процесса при изменении температуры?

250. Сравните вероятность протекания реакций при 1000 °С:



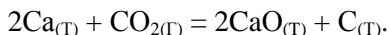
Какое влияние на эти процессы окажет изменение температуры?

- 251.** Определите, возможность самопроизвольного протекания реакции при 500 °С:



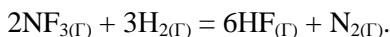
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания этой реакции?

- 252.** Определите возможность хранения металлического кальция в атмосфере диоксида углерода при комнатной температуре, если при определенных условиях возможна реакция



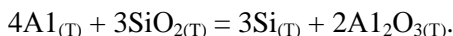
Как повлияет изменение температуры на направление процесса?

- 253.** Установите возможность нахождения системы в равновесии:



Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания прямой реакции?

- 254.** Определите возможность получения кремния при 150 °С по реакции



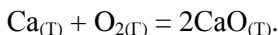
Как повлияет изменение температуры на направление процесса?

- 255.** Установите, прямая или обратная реакция будет протекать в системе при 25 °С:



Как повлияет изменение температуры на направление протекания самопроизвольного процесса?

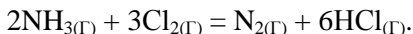
- 256.** Оцените устойчивость оксида кальция при повышении температуры:



Существует ли температура, отвечающая равновесию для данной реакции?

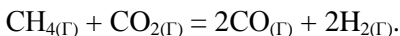


- 257.** Определите направление самопроизвольного процесса при 500 °С для реакции



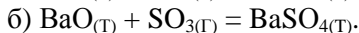
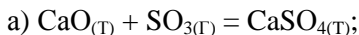
Как повлияет изменение температуры на направление протекания самопроизвольного процесса?

- 258.** Вычислите температуру, при которой будут равновероятны оба направления реакции



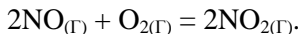
Как надо изменить температуру, чтобы увеличить вероятность протекания прямой реакции?

- 259.** Определите, какой из продуктов реакций наиболее устойчив при 25 °С:



Как влияет на устойчивость сульфатов повышение температуры?

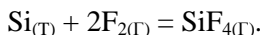
- 260.** Установите влияние температуры на самопроизвольность протекания реакции



Существует ли температура, при которой равновероятны оба направления реакции?

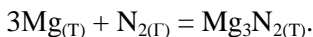
- 261.** Определите, какой из оксидов – Na<sub>2</sub>O или CaO – более активно взаимодействует с водой при 25 °С. Как нужно изменить температуру, чтобы вероятность этого взаимодействия возросла?

- 262.** Установите, возможно ли горение кремния во фторе при 25 °С по реакции



При какой температуре прямая реакция становится невозможной?

263. Определите, образуется ли  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  при  $25\text{ }^\circ\text{C}$  по реакции



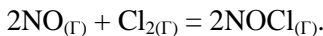
При какой температуре возможно начало обратной реакции?

264. Вычислите температуру, при которой возможно образование цинка по реакции



Как влияет изменение температуры на вероятность протекания этой реакции?

265. Определите возможность образования  $\text{NOCl}$  по реакции при  $25\text{ }^\circ\text{C}$ :



При какой температуре возможно начало обратной реакции?

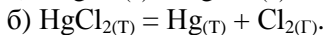
266. Определите, какая из реакций разложения  $\text{CuS}$  наиболее вероятна при  $800\text{ }^\circ\text{C}$ :



или  $\text{CuS}_{(\text{T})} = \text{Cu}_{(\text{T})} + \text{S}_{(\text{T})}.$

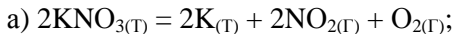
Как влияет изменение температуры на вероятность протекания этих процессов в прямом направлении?

267. Определите, какая из реакций разложения  $\text{HgCl}_2$  наиболее вероятна при  $25\text{ }^\circ\text{C}$ :



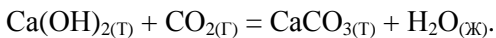
Как влияет изменение температуры на вероятность протекания этих процессов в прямом направлении?

268. Сравните вероятность приведенных реакций разложения  $\text{KNO}_3$  при  $100\text{ }^\circ\text{C}$ :



Как влияет изменение температуры на вероятность протекания этих процессов в прямом направлении?

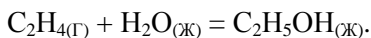
- 269.** Определите, возможно ли длительное время хранить при 25 °С гашеную известь на воздухе, в котором всегда присутствует диоксид углерода:



Что произойдет, если температуру изменить?

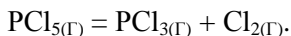
- 270.** Определите, можно ли получить  $\text{N}_2\text{O}_{(\text{Г})}$  из простых веществ при 25 °С. Как влияет изменение температуры на вероятность протекания этого процесса?

- 271.** Определите, при какой температуре (25 или 150 °С) следует проводить реакцию гидратации этилена



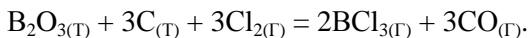
Существует ли температура, при которой оба направления реакции равновероятны?

- 272.** Определите, устойчив ли пентахлорид фосфора при 25 °С к процессу разложения по уравнению



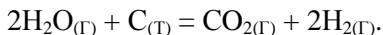
Как повлияет изменение температуры на устойчивость  $\text{PCl}_5$ ?

- 273.** Установите, в каком направлении возможно протекание реакции при 200 °С:



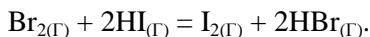
Как надо изменить температуру, чтобы увеличить вероятность протекания обратной реакции?

- 274.** Определите, протекает ли реакция в прямом направлении при 25 °С:



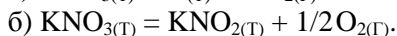
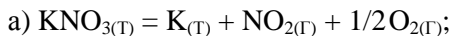
Как повлияет изменение температуры на направление самопроизвольно протекающей реакции?

275. Установите направление протекания реакции при 100 °С:



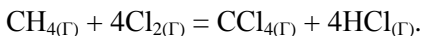
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания реакции в прямом направлении?

276. Сравните вероятность разложения  $\text{KNO}_3$  при 200 °С в приведенных реакциях:



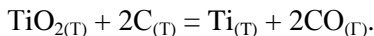
Как скажется на вероятности этой реакции изменение температуры?

277. Установите возможное направление протекания реакции при 25 °С:



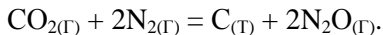
Как повлияет изменение температуры на направление самопроизвольно протекающего процесса?

278. Дайте заключение о возможности получения титана при 1000 °С по реакции



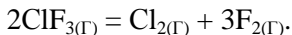
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания этой реакции?

279. Определите температуру равновесия в системе



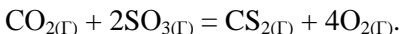
Как надо изменить температуру, чтобы уменьшить вероятность образования  $\text{N}_2\text{O}$ ?

280. Установите направление самопроизвольного протекания реакции при 25 °С:



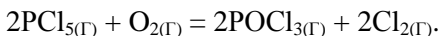
Как повлияет изменение температуры на направление протекания самопроизвольного процесса?

281. Дайте заключение о возможности взаимодействия указанных веществ при 250 °С:



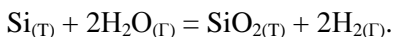
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания прямой реакции?

282. Определите, при какой температуре (50 или 350 °С) окисление  $\text{PCl}_5$  более вероятно по реакции



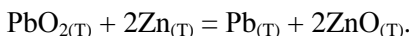
Существует ли температура, отвечающая равной вероятности прямой и обратной реакций?

283. Установите, при какой температуре становится **невозможным** протекание прямой реакции



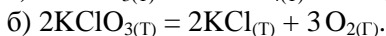
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания этой реакции в прямом направлении?

284. Сделайте вывод о возможности восстановления оксида свинца (IV) цинком при 25 °С по реакции



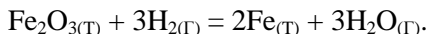
Как скажется повышение температуры на вероятность протекания этого процесса?

285. Оцените вероятность протекания процессов при 100 °С:



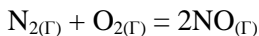
Как следует изменить температуру, чтобы уменьшить вероятность протекания процессов в прямом направлении?

286. Вычислите температуру, при которой процесс восстановления железа становится возможным по реакции



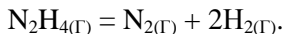
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания реакции в прямом направлении?

- 287.** Определите температуру, выше которой окисление азота кислородом по реакции



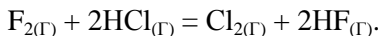
становится возможным, если при низких температурах (25 °С) реакция не протекает, а при высоких температурах идет самопроизвольно.

- 288.** Установите, при каких температурах возможен процесс разложения  $\text{N}_2\text{H}_4$  по реакции



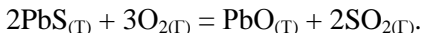
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания реакции в прямом направлении?

- 289.** Определите возможность наступления равновесия в системе



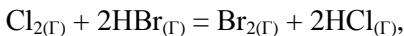
Как повлияет изменение температуры на вероятность протекания реакции в прямом направлении?

- 290.** Определите направление самопроизвольного протекания реакции при 700 °С



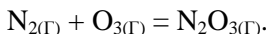
Как повлияет изменение температуры на направление протекания самопроизвольно процесса?

- 291.** Установите направление самопроизвольного протекания реакции



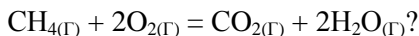
при температурах 25 и 700 °С. Существует ли температура, при которой возможна обратная реакция?

- 292.** Сделайте вывод о возможности протекания при 1600 К реакции



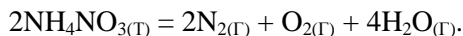
Как скажется изменение температуры на вероятности протекания прямой реакции?

- 293.** Определите направление протекания реакции при 25 °С:



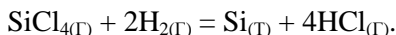
Как надо изменить температуру, чтобы вероятность протекания реакции в прямом направлении возросла?

- 294.** Определите устойчивость нитрата аммония при комнатной температуре, если  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  при нагревании разлагается по уравнению



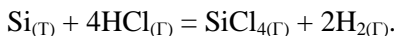
Как будет влиять изменение температуры на его устойчивость?

- 295.** Дайте заключение о возможности получения кристаллического кремния при температуре 500 °С по реакции



Как надо изменить температуру, чтобы осуществить эту реакцию?

- 296.** Определите возможность процесса травления кремния хлористым водородом при комнатной температуре:



Как повлияет изменение температуры на направление реакции?

ПРИЛОЖЕНИЕ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ  
НЕКОТОРЫХ ВЕЩЕСТВ

Вещество	$\Delta H_f^0$ (В), кДж/моль	$S^0$ (В), Дж/(моль·К)
Ag <sub>(Т)</sub>	0	42,7
AgNO <sub>3(Т)</sub>	-120,7	140,9
Al <sub>(Т)</sub>	0	28,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3(Т)</sub>	-1675,0	50,9
Al(OH) <sub>3(Т)</sub>	-1295,0	70,0
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3(Т)</sub>	-3434,0	239,2
As <sub>(Т)</sub>	0	36,6
AsH <sub>3(Г)</sub>	66,3	222,4
BCl <sub>3(Г)</sub>	-395,4	289,8
B <sub>2</sub> H <sub>6(Г)</sub>	31,4	232,9
B <sub>2</sub> O <sub>3(Т)</sub>	-1270,0	53,8
BaO <sub>(Т)</sub>	-538,0	70,0
BaSO <sub>4(Т)</sub>	-1465,0	131,8
Br <sub>2(Г)</sub>	31,0	245,0
C <sub>(Т)</sub> графит	0	5,7
CO <sub>(Г)</sub>	-110,5	197,4
CO <sub>2(Г)</sub>	-393,5	213,6
CS <sub>2(Г)</sub>	115,3	237,8
CS <sub>2(Ж)</sub>	88,7	151,0
CH <sub>4(Г)</sub>	-74,8	186,2
C <sub>2</sub> H <sub>2(Г)</sub>	226,7	200,8
C <sub>2</sub> H <sub>4(Г)</sub>	52,3	219,4
C <sub>2</sub> H <sub>6(Г)</sub>	-84,7	229,7
C <sub>3</sub> H <sub>8(Г)</sub>	-103,9	269,9
C <sub>4</sub> H <sub>10(Г)</sub>	-124,7	310,0
C <sub>6</sub> H <sub>6(Ж)</sub>	49,0	173,2
C <sub>6</sub> H <sub>6(Г)</sub>	82,9	269,2
CCl <sub>4(Г)</sub>	-102,8	309,9



Продолжение приложения

Вещество	$\Delta H_f^0$ (В), кДж/моль	$S^0$ (В), Дж/(моль·К)
$\text{CHCl}_3(\text{T})$	-100,4	295,6
$\text{C}_2\text{Cl}_4(\text{T})$	-9,7	341,0
$\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{Ж})$	-198,8	296,0
$\text{C}_7\text{H}_{16}(\text{Ж})$	-224,4	328,0
$\text{C}_{10}\text{H}_8(\text{T})$	78,0	166,9
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{Ж})$	-238,7	126,7
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{Ж})$	-277,6	160,7
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{T})$	-1273,0	-
$\text{Ca}(\text{T})$	0	41,6
$\text{CaO}(\text{T})$	-635,1	39,7
$\text{CaC}_2(\text{T})$	-62,7	70,3
$\text{CaCO}_3(\text{T})$	-1206,0	92,9
$\text{CaSO}_4(\text{T})$	-1424,0	106,7
$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{T})$	-986,2	83,4
$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3(\text{T})$	-2321,2	114,2
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{T})$	-4125,0	240,9
$\text{CaSiO}_3(\text{T})$	-1579,0	87,5
$\text{Cl}_2(\text{T})$	0	223,0
$\text{ClF}_3(\text{T})$	-168,1	267,2
$\text{Cl}_2\text{O}_7(\text{T})$	265,0	565,0
$\text{Cu}(\text{T})$	0	33,3
$\text{CuO}(\text{T})$	-165,3	42,6
$\text{CuSO}_4(\text{T})$	-770,9	109
$\text{CuS}(\text{T})$	-48,5	66,5
$\text{Cu}_2\text{S}(\text{T})$	-82,0	119,2
$\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{T})$	-1141,0	81,1
$\text{F}_2(\text{T})$	0	202,7
$\text{Fe}(\text{T})$	0	27,1
$\text{FeO}(\text{T})$	-263,7	58,8
$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{T})$	-821,3	89,9
$\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{T})$	-1117,7	151,5

Продолжение приложения

Вещество	$\Delta H_f^0$ (В), кДж/моль	$S^0$ (В), Дж/(моль·К)
$H_{2(T)}$	0	130,6
$H_2O_{(T)}$	-241,8	188,7
$H_2O_{(Ж)}$	-285,8	70,0
$H_2O_{2(Ж)}$	-187,4	69,7
$Hg_{(Ж)}$	0	76,1
$HgBr_{2(T)}$	-169,5	162,8
$HgCl_{2(T)}$	-225,0	146,0
$Hg_2Cl_{2(T)}$	-266,0	192,0
$Hg(CNO)_{2(T)}$	272,0	–
$HBr_{(T)}$	-36,3	198,6
$HCl_{(T)}$	-92,3	186,7
$HF_{(T)}$	-268,6	173,5
$HI_{(T)}$	25,9	206,3
$H_2S_{(T)}$	-20,2	205,6
$HClO_{4(T)}$	5,2	296,0
$HClO_{4(Ж)}$	-34,5	188,0
$HNO_{3(T)}$	-133,9	266,4
$HNO_{3(Ж)}$	-174,1	156,6
$HPO_{3(Ж)}$	-982,4	150,6
$H_3PO_{4(Ж)}$	-1271,9	200,8
$H_2SO_{4(Ж)}$	-811,3	156,9
$I_{2(T)}$	62,0	261,0
$I_{2(T)}$	0	116,1
$K_{(T)}$	0	64,4
$KH_{(T)}$	-56,9	68,0
$K_2O_{(T)}$	-363,0	94,0
$KOH_{(T)}$	-425,9	59,4
$KNO_{2(T)}$	-369,9	152,1
$KNO_{3(T)}$	-492,7	132,7
$K_2SO_{4(T)}$	-1433,4	175,4
$KHSO_{4(T)}$	-1158,1	187,9

**Продолжение приложения**

Вещество	$\Delta H_f^0$ (В), кДж/моль	$S^0$ (В), Дж/(моль·К)
KCl <sub>(Т)</sub>	-435,9	82,7
KClO <sub>3(Т)</sub>	-391,2	143,0
KClO <sub>4(Т)</sub>	-430,1	151,0
Mg <sub>(Т)</sub>	0	32,6
MgO <sub>(Т)</sub>	-601,2	26,9
Mg(OH) <sub>2(Т)</sub>	-924,7	63,2
Mg <sub>3</sub> N <sub>2(Т)</sub>	-461,0	88,0
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2(Т)</sub>	-790,0	163,8
MnO <sub>2(Т)</sub>	-519,6	53,1
Mn <sub>3</sub> O <sub>4(Т)</sub>	-1386,6	148,5
N <sub>2(Т)</sub>	0	191,5
N <sub>2</sub> H <sub>4(Т)</sub>	95,3	238,5
N <sub>2</sub> H <sub>4(Ж)</sub>	50,5	121,3
NF <sub>3(Т)</sub>	133,0	261,0
N <sub>2</sub> O <sub>(Т)</sub>	81,6	220,0
NO <sub>(Т)</sub>	90,4	210,6
NO <sub>2(Т)</sub>	33,9	240,5
N <sub>2</sub> O <sub>3(Т)</sub>	83,0	312,0
N <sub>2</sub> O <sub>4(Т)</sub>	9,4	304,3
N <sub>2</sub> O <sub>4(Ж)</sub>	-19,0	209,3
NOCl <sub>(Т)</sub>	52,6	263,5
NH <sub>3(Т)</sub>	-46,2	192,5
NH <sub>4</sub> Cl <sub>(Т)</sub>	-314,2	95,8
NH <sub>4</sub> NO <sub>3(Т)</sub>	-365,4	151,0
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CrO <sub>4(Т)</sub>	-1144,3	-
Na <sub>(Т)</sub>	0	51,5
NaHSO <sub>4(Т)</sub>	-1132,0	125,0
Na <sub>2</sub> O <sub>(Т)</sub>	-430,6	71,1
NaOH <sub>(Т)</sub>	-426,6	64,4
Na <sub>2</sub> CO <sub>3(Т)</sub>	-1131	136,4
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> · 10H <sub>2</sub> O <sub>(Т)</sub>	-4083,5	564,7

### Окончание приложения

Вещество	$\Delta H_f^0$ (В), кДж/моль	$S^0$ (В), Дж/(моль·К)
$\text{NaHCO}_{3(\text{T})}$	-947,4	102,1
$\text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{T})}$	-1384,6	149,5
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}_{(\text{T})}$	-4324,7	592
$\text{O}_{2(\text{T})}$	0	205,0
$\text{O}_{3(\text{T})}$	143,0	239,0
$\text{P}_{(\text{T})}$	0	44,4
$\text{PCl}_{3(\text{T})}$	-278,8	311,8
$\text{PCl}_{5(\text{T})}$	-369,5	362,9
$\text{P}_2\text{O}_{5(\text{T})}$	-1546,6	135,9
$\text{POCl}_{3(\text{T})}$	-306,0	324,0
$\text{Pb}_{(\text{T})}$	0	65,0
$\text{PbO}_{(\text{T})}$	-217,9	67,4
$\text{PbO}_{2(\text{T})}$	-276,9	76,4
$\text{PbS}_{(\text{T})}$	-94,3	91,2
$\text{S}_{(\text{T})}$	0	31,9
$\text{SO}_{2(\text{T})}$	-296,9	248,1
$\text{SO}_{3(\text{T})}$	-395,2	256,2
$\text{Si}_{(\text{T})}$	0	19,0
$\text{SiF}_{4(\text{T})}$	-1610,0	284,0
$\text{SiCl}_{4(\text{T})}$	-656,0	331,4
$\text{SiCl}_{4(\text{Ж})}$	-686,0	240,0
$\text{SiO}_{2(\text{T})}$	-910,9	41,8
$\text{Ti}_{(\text{T})}$	0	31,0
$\text{TiCl}_{4(\text{Ж})}$	-804,2	252,4
$\text{TiO}_{2(\text{T})}$	-944,8	50,3
$\text{Zn}_{(\text{T})}$	0	42,0
$\text{ZnO}_{(\text{T})}$	-348,1	43,5
$\text{Zn}(\text{OH})_{2(\text{T})}$	-645,4	77,0
$\text{ZnS}_{(\text{T})}$	-205,2	57,7

Составители

Ольга Анатольевна Полунина  
Наталья Александровна Старцева

## **ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА**

Индивидуальные задания  
по дисциплине «Химия» для студентов  
I курса всех направлений и специальности 08.05.01  
«Строительство уникальных зданий и сооружений»  
очной формы обучения

Редактор Е.Л. Корецкая

---

Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
630008, Новосибирск, ул. Ленинградская, 113

---