

ОБЩАЯ, НЕОРГАНИЧЕСКАЯ И ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задача 1

Рассчитать количество теплоты, необходимое для нагревания n моль вещества А от температуры 298 К до температуры T при постоянном давлении $p = 1$ атм (табл. 1).

Таблица 1

Исходные данные для задачи 1

Вариант	Вещество А	n , моль	T , К	Вариант	Вещество А	n , моль	T , К
1	Mg(OH) ₂ (тв)	0,5	420	16	CaCO ₃ (тв)	0,8	560
2	NaOH (тв)	2,4	580	17	N ₂ O ₅ (газ)	9,1	570
3	CH ₃ OH (газ)	7,1	420	18	P ₂ O ₅ (тв)	7,3	360
4	C ₂ H ₅ OH (ж)	3,4	350	19	C ₆ H ₆ (ж)	0,4	400
5	SO ₂ Cl ₂ (газ)	1,5	550	20	NO (газ)	6,5	600
6	CH ₄ (газ)	8	600	21	O ₂ (газ)	2,8	590
7	AgNO ₃ (тв)	3	360	22	C ₂ H ₄ (газ)	0,6	580
8	Ag ₂ O (тв)	2,5	380	23	CH ₃ COOH (газ)	7,8	570
9	H ₂ O (ж)	0,9	390	24	CH ₃ COOH (ж)	6,1	360
10	PCl ₅ (газ)	1	500	25	SiCl ₄ (газ)	0,5	550
11	PbSO ₄ (тв)	6,7	510	26	Ca ₃ (PO) ₄ (кр)	4,2	540
12	SO ₃ (газ)	0,4	520	27	ZnSO ₄ (кр)	3,3	530
13	Al ₂ O ₃ (тв)	5,1	530	28	CuSO ₄ (кр)	1,4	520
14	Na ₂ CO ₃ (тв)	0,2	540	29	KOH (кр)	0,2	510
15	AlCl ₃ (тв)	3,7	550	30	HNO ₃ (ж)	0,2	350

Задача 2

Рассчитать тепловой эффект реакции образования 1 моль соединения В из простых веществ при температуре T и давлении $p = 1$ атм.

Определить тепловой эффект этой реакции при постоянном объеме ($V = \text{const}$) и при температуре T . Принять, что c_p° не зависит от температуры и $c_p^\circ = c_p^\circ, 298$ (табл. 2).

Таблица 2

Исходные данные для задачи 2

Вариант	Соединение В	T , К	Вариант	Соединение В	T , К
1	H ₃ PO ₄ (ж)	600	16	AlCl ₃ (тв)	700
2	CH ₃ COOH (ж)	350	17	H ₂ O(газ)	360
3	HNO ₃ (ж)	400	18	CH ₃ OH(газ)	680
4	C ₆ H ₆ (ж) (бензол)	500	19	Al ₂ O ₃ (тв)	800
5	Ba(OH) ₂ (кр)	700	20	CH ₃ OH(ж)	330
6	K ₂ CO ₃ (кр)	450	21	SiCl ₄ (газ)	520
7	C ₂ H ₅ OH (ж)	350	22	C ₆ H ₆ (газ) (бензол)	510
8	ZnSO ₄ (кр)	550	23	CuSO ₄ (тв)	650
9	P ₂ O ₅ (тв)	600	24	C ₃ H ₇ COOH (ж)	340
10	O ₃ (озон)	340	25	SO ₃ (газ)	780
11	NaOH (тв)	560	26	C ₂ H ₄ (газ)	350
12	C ₂ H ₅ OH (газ)	380	27	NO (газ)	570
13	H ₂ SO ₄ (ж)	520	28	N ₂ O ₅ (газ)	760
14	CH ₄ (газ)	500	29	KOH(кр)	690
15	Ca ₃ (PO ₄) ₂ (тв)	750	30	H ₂ S(газ)	570

Задача 3

Рассчитать изменение энтропии при переходе 1 моль вещества из жидкого состояния при температуре T_1 и давлении $p_1 = 1$ атм в газообразное состояние при температуре T_2 и давлении p_2 . Температура кипения вещества при давлении $p_1 = 1$ атм равна $T_{\text{кип}}$ (табл. 3).

При расчетах принять, что теплоемкость газа не зависит от температуры и по величине равна стандартной молярной изобарной теплоемкости $c_{p,298}^\circ$, а стандартный тепловой эффект фазового перехода $\Delta H_{\text{ф.п.}}^\circ$ зависит от температуры.

Таблица 3

Исходные данные для задачи 3

Вариант	Вещество	T_1 , К	T_2 , К	$T_{\text{кип}}$, К	p_2 , атм
1	C_6H_6 (бензол)	273	583	353	2,3
2	SiCl_4 (тетрахлорсилан)	263	393	330	0,5
3	NH_3 (аммиак)	213	323	239	1,6
4	SO_2Cl_2 (сульфурилхлорид)	203	393	342	0,6
5	TiCl_4 (тетрахлортитан)	263	453	409	3,1
6	CCl_4 (тетрахлорметан)	258	448	350	2,9
7	Br_2 (бром)	288	393	331	0,1
8	H_2O (вода)	283	463	373	1,4
9	CS_2 (сероуглерод)	203	453	319	0,9
10	PCl_3 (треххлористый фосфор)	290	410	347	1,8
11	HNO_3 (азотная кислота)	293	423	357	2,1
12	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (ацетон)	278	368	329	3,1
13	CH_4O (метанол)	268	413	337	0,6
14	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (этанол)	318	383	351	4,2
15	C_7H_8 (толуол)	240	520	384	0,9
16	C_6H_{14} (гексан)	220	460	342	2,8
17	C_7H_{16} (гептан)	260	480	371	0,7
18	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ (пропанол)	310	430	370	3,3
19	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ (бутанол)	300	500	392	4,2
20	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ (хлорбензол)	248	568	405	1,1
21	$\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ (анилин)	293	493	455	0,3
22	C_8H_{18} (октан)	290	560	409	2,7
23	C_8H_{10} (этилбензол)	218	443	409	1,4
24	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (уксусная кислота)	293	413	391	0,9
25	C_5H_{12} (пентан)	250	400	309	1,8
26	C_6H_{12} (циклогексан)	290	420	353	2,1
27	CHCl_3 (трихлорметан)	270	370	334	3,1
28	CH_2O_2 (муравьиная кислота)	320	420	374	0,6
29	CH_4O (метанол)	285	365	338	4,2
30	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ (этиленгликоль)	290	530	470	2,4

Задача 4

1. Рассчитать константу равновесия K_p химической реакции $\nu_A A + \nu_B B = \nu_C C + \nu_D D$ при температуре T (табл. 4) на основании справочных термодинамических данных.

2. По уравнению изотермы химической реакции вычислить изменение энергии Гиббса данной реакции при температуре T , если начальные парциальные давления газообразных участников реакции А, В, С и D равны соответственно $p_{0,A}$, $p_{0,B}$, $p_{0,C}$, $p_{0,D}$ (атм). Сделать вывод о направлении протекания реакции.

3. Определить равновесный выход продукта реакции С и равновесную степень превращения вещества А, если начальные парциальные давления исходных реагентов А и В равны $p_{0,A}$ и $p_{0,B}$ соответственно, а начальные парциальные давления продуктов реакции С и D равны нулю.

4. Указать, как влияет на величину равновесного выхода продукта реакции – вещества С:

- а) увеличение общего давления;
- б) повышение температуры;
- в) введение в систему газообразных инертных примесей (при постоянном общем давлении);
- г) увеличение парциального давления исходного реагента А (при $V = \text{const}$).

Исходные данные для задачи 4

Вариант	Уравнение реакции $v_A A + v_B B \rightleftharpoons v_C C + v_D D$	T, К	Начальное давление $p_{0,i}$, атм			
			$P_{0,A}$	$P_{0,B}$	$P_{0,C}$	$P_{0,D}$
1	$\text{CO}_{\text{газ}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{CO}_{2,\text{газ}} + \text{H}_2_{\text{газ}}$	1050	0,8	1,0	0,5	0,4
2	$\text{H}_{2,\text{газ}} + \text{I}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{\text{газ}}$	950	0,7	0,2	0,5	–
3	$\text{C}_3\text{H}_{6,\text{газ}} (\text{пропен}) + \text{H}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_{8,\text{газ}} (\text{пропан})$	970	1,1	0,1	0,6	–
4	$2\text{HI}_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{H}_{2,\text{газ}} + \text{I}_{2,\text{газ}}$	1300	0,8	–	0,2	0,5
5	$\text{SO}_{2,\text{газ}} + \text{Cl}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_{2,\text{газ}}$	450	0,9	0,7	0,8	–
6	$\text{C}_2\text{H}_{2,\text{газ}} + \text{H}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_{4,\text{газ}}$	1150	1,2	0,8	0,9	–
7	$\text{CO}_{\text{газ}} + \text{Cl}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2,\text{газ}}$	850	0,7	0,6	1,2	–
8	$\text{PCl}_5_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{PCl}_3_{\text{газ}} + \text{Cl}_{2,\text{газ}}$	550	1,1	–	0,9	0,3
9	$\text{C}_2\text{H}_6_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{H}_{2,\text{газ}} + \text{C}_2\text{H}_4_{\text{газ}}$	1050	0,5	–	1,1	0,7
10	$\text{C}_3\text{H}_8_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4_{\text{газ}} + \text{CH}_4_{\text{газ}}$	650	0,7	–	0,3	0,4
11	$\text{C}_4\text{H}_{10,\text{газ}} (\text{бутан}) \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6_{\text{газ}} (\text{пропен}) + \text{CH}_4_{\text{газ}}$	670	0,9	–	0,8	1,1
12	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4_{\text{газ}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}$	450	0,5	–	0,3	0,7
13	$\text{C}_2\text{H}_4_{\text{газ}} + \text{H}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6_{\text{газ}}$	950	0,4	0,3	0,5	–
14	$\text{C}_3\text{H}_8_{\text{газ}} + \text{C}_3\text{H}_6_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{14,\text{газ}}$	550	0,5	0,4	0,6	–
15	$\text{C}_3\text{H}_8_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6_{\text{газ}} (\text{пропен}) + \text{H}_{2,\text{газ}}$	1050	0,4	–	0,9	0,2
16	$\text{CH}_3\text{CHO}_{\text{газ}} + \text{H}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{\text{газ}}$	750	0,8	0,7	0,9	–
17	$\text{CHCl}_3_{\text{газ}} + \text{Cl}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{CCl}_4_{\text{газ}} + \text{HCl}_{\text{газ}}$	1900	0,9	1,1	0,7	0,8
18	$\text{CH}_4_{\text{газ}} + \text{Br}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{Br}_{\text{газ}} + \text{HBr}_{\text{газ}}$	1450	0,7	0,6	0,8	0,4
19	$\text{C}_4\text{H}_{10,\text{газ}} (\text{бутан}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6_{\text{газ}} + \text{C}_2\text{H}_4_{\text{газ}}$	750	0,8	–	0,5	0,6
20	$\text{C}_2\text{H}_4_{\text{газ}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{\text{газ}}$	450	0,7	0,5	0,8	–
21	$\text{N}_2\text{O}_{4,\text{газ}} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2,\text{газ}}$	320	0,6	–	0,7	–
22	$n\text{-C}_4\text{H}_{10,\text{газ}} \rightleftharpoons i\text{-C}_4\text{H}_{10,\text{газ}}$	450	0,8	–	0,5	–
23	$\text{C}_6\text{H}_{14,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_8_{\text{газ}} + \text{C}_3\text{H}_6_{\text{газ}} (\text{пропен})$	650	0,7	–	0,4	0,6
24	$\text{CO}_{2,\text{газ}} + \text{H}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{CO}_{\text{газ}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}$	950	0,5	0,7	0,4	0,8
25	$\text{COCl}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{CO}_{\text{газ}} + \text{Cl}_{2,\text{газ}}$	1000	0,6	–	0,9	1,2
26	$\text{CH}_4_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{C}_{\text{графит}} + 2\text{H}_{2,\text{газ}}$	1050	0,5	–	1,0	–
27	$\text{CO}_{2,\text{газ}} + \text{H}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{CO}_{\text{газ}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}$	1250	0,7	0,3	0,8	0,8
28	$2\text{NO}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4,\text{газ}}$	400	0,5	–	0,5	–
29	$\text{C}_{\text{графит}} + 2\text{H}_{2,\text{газ}} \rightleftharpoons \text{CH}_4_{\text{газ}}$	1010	–	0,2	0,1	–
30	$\text{MgCl}_{2,\text{тв}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{газ}} \rightleftharpoons \text{MgO}_{\text{тв}} + 2\text{HCl}_{\text{газ}}$	600	–	0,8	–	0,4

Задача 5

В табл. 5 приведена зависимость адсорбции a пропилового спирта из водного раствора на активированном угле разных марок от равновесной концентрации этого раствора C .

Определите константы уравнения Лэнгмюра a_∞ и K графическим методом. Рассчитайте удельную поверхность адсорбента, если площадь, занимаемая одной молекулой пропилового спирта в насыщенном мономолекулярном слое на поверхности адсорбента, равна $30 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2/\text{молек}$.

Таблица 5

Исходные данные для задачи 5

Вариант	Равновесная концентрация C , моль/л, водного раствора пропилового спирта				
	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$0,67 \cdot 10^{-3}$	$0,50 \cdot 10^{-3}$	$0,40 \cdot 10^{-3}$
	Адсорбция a , моль/кг, пропилового спирта из водного раствора на активированном угле разных марок				
1	1,25	0,91	0,71	0,59	0,50
2	0,91	0,68	0,56	0,46	0,40
3	6,06	5,13	4,46	3,94	3,55
4	5,43	4,55	3,85	3,39	2,99
5	4,76	3,70	3,13	2,63	2,27
6	4,17	3,16	2,56	2,13	1,85
7	5,71	4,71	4,00	3,49	3,08
8	5,05	4,08	3,39	2,89	2,53
9	6,25	4,81	3,94	3,31	2,86
10	0,77	0,57	0,45	0,37	0,32
11	0,87	0,74	0,65	0,56	0,51
12	1,18	0,95	0,83	0,74	0,67
13	0,69	0,57	0,50	0,43	0,39
14	5,01	4,52	4,11	3,70	3,50
15	4,81	4,30	3,82	3,51	3,20
16	1,75	1,00	0,69	0,53	0,43
17	1,01	0,72	0,57	0,46	0,39
18	0,95	0,77	0,64	0,54	0,46
19	5,70	4,82	4,20	3,71	3,30
20	5,43	4,55	3,85	3,39	2,99
21	4,76	3,70	3,13	2,63	2,27
22	4,17	3,16	2,56	2,13	1,85
23	5,71	4,71	4,00	3,49	3,08
24	5,05	4,08	3,39	2,89	2,53
25	6,25	4,81	3,94	3,31	2,86
26	0,77	0,57	0,45	0,37	0,32
27	0,87	0,74	0,65	0,56	0,51
28	1,18	0,95	0,83	0,74	0,67
29	0,69	0,57	0,50	0,43	0,39
30	5,01	4,52	4,11	3,70	3,50

Задача 6

В табл. 6 для некоторой необратимой гомогенной реакции $\nu_A A \rightarrow B$ приведены значения констант скорости k_1 и k_2 при двух различных значениях температуры T_1 и T_2 . Рассчитать: а) энергию активации реакции; б) константу скорости реакции при температуре T_3 ; в) период полупревращения вещества А при температуре T_3 .

Начальная концентрация вещества А составляет $C_{0,A} = 0,5$ моль/л. Порядок реакции равен n , размерность соответствующих констант скорости $(\text{моль} \cdot \text{л}^{-1})^{1-n} \cdot \text{мин}^{-1}$.

Таблица 6

Исходные данные для задачи 6

Вариант	T_1, K	k_1	T_2, K	k_2	T_3, K	n
1	300	$4,12 \cdot 10^{-3}$	500	23,6	400	2
2	350	$2,56 \cdot 10^{-4}$	650	12,2	500	3
3	400	$1,24 \cdot 10^{-4}$	600	0,258	500	3
4	450	$7,68 \cdot 10^{-3}$	550	1,12	500	2
5	500	$3,45 \cdot 10^{-3}$	550	0,0456	525	1
6	7550	$2,46 \cdot 10^{-4}$	650	$5,64 \cdot 10^{-3}$	750	1
7	600	0,234	700	2,66	800	3
8	650	0,869	750	12,4	700	3
9	700	1,08	800	8,64	750	3
10	750	$3,45 \cdot 10^{-3}$	800	0,0112	770	1
11	800	0,268	850	0,765	820	3
12	850	$8,76 \cdot 10^{-3}$	870	0,0135	890	2
13	900	$7,54 \cdot 10^{-5}$	980	$3,12 \cdot 10^{-4}$	1100	1
14	950	$3,08 \cdot 10^{-3}$	960	$4,52 \cdot 10^{-3}$	1000	1
15	1000	0,268	1050	0,458	950	2
16	1050	1,24	1150	3,54	950	2
17	1100	12,4	1150	23,4	850	2
18	1150	23,5	1200	45,6	850	1
19	1200	56,8	1000	12,5	800	3
20	300	$6,02 \cdot 10^{-5}$	600	0,429	500	2
21	593	$1,32 \cdot 10^{-3}$	552	$6,09 \cdot 10^{-5}$	688	1
22	918	$3,8 \cdot 10^{-3}$	953	0,0183	988	1
23	288	$4,75 \cdot 10^{-4}$	298	$2,03 \cdot 10^{-3}$	388	1
24	1 165	977	986	6,72	1053	2
25	1251	1073	1525	$4,7 \cdot 10^3$	1423	2
26	780	0,106	628	$8,09 \cdot 10^{-5}$	976	2
27	700	$3,1 \cdot 10^{-3}$	456	$9,42 \cdot 10^{-7}$	923	2
28	716	0,375	683	0,0659	693	2
29	679	0,0568	599	$1,46 \cdot 10^{-3}$	648	2
30	524	$2,6 \cdot 10^{-3}$	550	0,0159	568	1