

**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России
Кафедра неорганической, физической и коллоидной химии**

Контрольно-измерительные материалы

Специальность «Лечебное дело»

Дисциплина «Химия»

Занятие № 6

Тема: «Термодинамические характеристики химических процессов.

Определение теплоты растворения»

Вариант 1

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = 2\text{HCl}(\text{г})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 2

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $\text{MgO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г}) = \text{MgCO}_3(\text{т})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 3

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г}) = \text{MgCO}_3(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 4

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{ж}) = \text{NH}_3(\text{г}) + \text{HCl}(\text{г})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 5

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 6

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $C_2H_4(g) + H_2(g) = C_2H_6(g)$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 7

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $C(t) + H_2O(g) = CO(g) + H_2(g)$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 8

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $CO(g) + Cl_2(g) = COCl_2(g)$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 9

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $C_2H_4(g) + H_2O(g) = C_2H_5OH(g)$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 10

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $CO(g) + H_2(g) = C(t) + H_2O(g)$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 11

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $C_2H_4(g)$

+ $\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 12

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) + 2\text{Cl}_2(\text{г})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 13

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $6\text{C}(\text{т}) + 6\text{H}(\text{г}) = \text{C}_6\text{H}_6(\text{г})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 14

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $\text{CaCO}_3(\text{т}) = \text{CaO}(\text{т}) + \text{CO}_2(\text{г})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 15

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $\text{CH}_4(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) = \text{CH}_3\text{Cl}(\text{г}) + \text{HCl}(\text{г})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Вариант 16

Задача 1. Вычислите ΔH° и ΔG° в стандартных условиях для реакции $\text{NH}_3(\text{г}) + 5/4\text{O}_2(\text{г}) = \text{NO}(\text{г}) + 3/2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$. Укажите возможность самопроизвольного протекания химической реакции. Эндо- или экзотермическим является данный процесс. Необходимые для расчета данные взять из Приложения.

Приложение.

Стандартные термодинамические величины некоторых соединений

$\Delta H^{\circ}_{\text{обр}}$ – стандартная теплота образования вещества, кДж/моль;

$\Delta G^{\circ}_{\text{обр}}$ – стандартное изменение энергии Гиббса при образовании сложного вещества из простых веществ, кДж/моль;

ΔS°_{298} – стандартная энтропия вещества, Дж/(моль К);

к – кристаллическое состояние; ж – жидкое состояние;

г – газообразное состояние; аq – вещество (ион) в водном растворе.

Вещество	$\Delta H^{\circ}_{f, 298}$ кДж/моль	$\Delta H^{\circ}_{c, 298}$ кДж/моль	S°_{298} Дж/(моль*К)	$\Delta G^{\circ}_{c, 298}$ кДж/моль	$C^{\circ}_{p, 298}$ Дж/(моль*К)
H ₂ (г)	0	-285,84	130,52	0	28,83
O ₂ (г)	0		205,04	0	29,37
C _(графит)	0	-393,50	5,74	0	8,54
Cl ₂ (г)	0		222,98	0	33,93
Br ₂ (г)	30,91		245,37	3,14	36,07
N ₂ (г)	0		191,50	0	29,10
Fe (г)	0		27,15	0	24,98
Ca (г)	0		41,62		26,28
CO (г)	-110,53	-282,98	197,55	-137,15	29,14
CO ₂ (г)	-393,51		213,66	-394,37	37,11
CaC ₂ (г)	-59,83	-1359,42	69,96	-64,85	62,72
CaCO ₃ (г)	-1206,83		91,71	-1128,35	83,47
CaO (г)	-635,09		38,07	-603,46	42,05
Ca(OH) ₂ (г)	-985,12		83,39	-897,52	87,49
Fe ₃ O ₄ (г)	-1117,13		146,19	-1014,17	150,79
Fe ₂ O ₃ (г)	-821,32		89,96		103,7
H ₂ O (г)	-241,81	-44,02	188,72	-228,61	33,61
H ₂ O (ж)	-285,83		69,85	-237,23	75,30

HCl (г)	-92,31		186,79	-95,30	29,14
HBr (г)	-36,38		198,58	-53,43	29,14
MgO (г)	-601,49		27,07	-569,27	37,20
MgCO ₃ (г)	-1095,85		65,10	-1012,15	76,11
Mg(OH) ₂ (г)	-924,66		63,18	-833,75	76,99
NH ₃ (г)	-45,94		192,66	-16,48	35,16
NH ₄ Cl (ж)	-314,22		95,81	-203,22	84,10
NO ₂ (г)	33,89		240,45	52,29	37,11
NO (г)	90,37		210,62	87,58	29,83
N ₂ O ₄ (г)	11,11		304,35	99,68	79,16
SO ₂ Cl ₂ (г)	-358,70		311,13	-318,85	77,14
COCl ₂ (г)	-219,50		283,64	-205,31	57,76
SO ₂ (г)	-296,90		248,07	-300,21	39,87
SO ₃ (г)	-395,85		256,69	-371,17	50,09
CH ₄ (г)	-74,85	-890,31	186,27	-50,85	35,71
C ₂ H ₂ (г)	226,75	-1299,63	200,82	209,21	43,93
C ₂ H ₄ (г)	52,30	-1410,97	219,45	68,14	43,56
C ₂ H ₆ (г)	-84,67	-1559,88	229,49	-32,93	52,64
CH ₃ CHO (г)	-166,00	-1193,07	264,20	-132,95	54,64
C ₂ H ₅ OH (г)	-234,80	-1409,00	281,38	-167,96	65,75
C ₂ H ₅ OH (ж)	-276,98	-1366,70	160,67	-174,15	111,96
CH ₃ OH (г)	-201,00	-763,4	239,76	-162,38	44,13
CH ₃ OH (ж)	-238,70	-726,64	126,70		81,60
CH ₃ COOH (ж)	-484,09	-874,57	159,80	-389,36	123,40
C ₆ H ₆ (г)	82,93	-3301,59	269,20	129,68	81,67
C ₆ H ₆ (ж)	49,04	-3267,70	173,20	124,38	136,10
C ₆ H ₁₂ (г)	-123,14		298,24	31,70	106,27

$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ (ж)	-469,50	-2254,21	259,00	-332,74	170,00
$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (кп.)	-2221,00	-5648,00	360,00		425,00
$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ (ж)	29,70	-3396,20	192,00		191,00
CH_3Cl (г)	- 100,4		295,6		65,7

Вещество или ион	Состояние	°	°	°
		H _{обр}	G _{обр}	S ₂₉₈
AgCl	к	-127	-109,7	96,1
AgNO ₃	к	-123	-32,2	141
Ag ₂ O	к	-30,6	-10,8	122
Al	к	0	0	28,3
Al ³⁺	aq	-525	-481	-313
Al ₂ O ₃	корунд	-1670	-1576	51
Al ₂ O ₃ 3H ₂ O	к	-2568	-2292	140
B ₂ O ₃	к	-1264	-1184	54
H ₃ BO ₃	к	-1089	-963	89,6
H ₃ BO ₃	aq	-1068	-963	160
Ba ²⁺	aq	-538	-561	12,6
BaCl ₂	к	-860	-811	126
BaCl ₂ 2H ₂ O	к	-1462	-1296	203
BaSO ₄	к	-1465	-1353	132
Br ₂	ж	0	0	152
Br ₂	г	30,7	3,1	245
C	графит	0	0	5,7
C	алмаз	1,9	2,9	2,4
CO	г	-111	-137	198
CO ₂	г	-393,5	-394,4	214
CO ₂	aq	-413	-386	121
H ₂ CO ₃	aq	-700	-623	187
HCO ₃	aq	-691	-587	95
CO ₃ ²⁻	aq	-676	-528	-53
Ca ²⁺	aq	-543	-553	-55
CaO	к	-636	-603	40
Ca(OH) ₂	к	-987	-897	76

CaSO ₄	к	-1432	-1320	107
CaSO ₄ 2H ₂ O	к	-1762	-1565	194
CaCl ₂	к	-795	-750	114
CaCl ₂	aq	-878	-815	55
CaCl ₂ 6H ₂ O	к	-2607		

Вещество или ион	Состояние	$\overset{\circ}{H}_{\text{обр}}$	$\overset{\circ}{G}_{\text{обр}}$	$\overset{\circ}{S}_{298}$
CaCO ₃	к	-1207	-1129	93
Cl ₂	г	0	0	223
Cl ₂ O	г	76	94	266
HCl	г	-92,3	-95,3	186,7
HCl	aq	-167	-131	55
COCl ₂	г	-219,5	-205,31	283,64
CrO ₄ ²⁻	aq	-863	-706	38,5
Cr ₂ O ₇ ²⁻	aq	-1461	-1257	214
Cu ²⁺	aq	64,4	65	99
CuCl	к	-136	-118	84,5
CuCl ₂	к	-206		
CuSO ₄	к	-770	-662	113
CuSO ₄ 5H ₂ O	к	-2278	-1880	305
F ⁻	aq	-329	-276	-9,6
HF	г	-269	-271	174
Fe	к	0	0	27,2
Fe ²⁺	aq	-88	-85	-113
Fe ³⁺	aq	-48	-11	-293
Fe(OH) ₃	к	-824		
FeCO ₃	к	-753	-680	96
FeCl ₃	к	-405		

FeCl ₃ 6H ₂ O	κ	-2226		
FeSO ₄	κ	-923	-820	108
FeSO ₄ 7H ₂ O	κ	-3007		
H ₂	г	0	0	131
H ⁺	aq	0	0	0
OH ⁻	aq	-230	-157	-10,5
H ₂ O	ж	-286	-237	70
H ₂ O	г	-242	-229	189
H ₂ O ₂	ж	-188	-120,5	109,6
H ₂ O ₂	г	-191	-107,74	234,4
Hg	ж	0	0	77
Hg	г	61	32	175
Hg ²⁺	aq		-165	
HgCl ₂	κ	-230	-177	
Hg ₂ Cl ₂	κ	-265	-211	196
HgO	κ	-90	-58,4	73
K ⁺	aq	-251	-282	103
KOH	aq	-477	-441	92
KAl(SO ₄) ₂ 12H ₂ O	κ	-6057	-5137	687
KBr	κ	-392	-379	96
KBr	aq	-372	-385	183

ещество или ион	Состояние	$H_{\text{обр}}^{\circ}$	$G_{\text{обр}}^{\circ}$	S_{298}°
KCl	к	-436	-408	83
KCl	г	-216	-235	239,5
KCl	aq	-419	-413	158
KClO ₃	к	-391	-290	143
KI	к	-328	-322	104
KI	aq	-307	-334	212
KNO ₃	к	-493	-393	133
KNO ₃	aq	-458	-393	291
KMnO ₄	к	-813	-714	172
K ₂ SO ₄	к	-1438	-1320	176
Li ⁺	aq	-278	-294	14
LiOH	к	-487	-444	50
Li ₂ CO ₃	к	-1215	-1130	90
Mg ²⁺	aq	-462	-456	-118
MgCO ₃	к	-1113	-1029	66
MgCl ₂	к	-642	-592	89,5
MgCl ₂ 6H ₂ O	к	-2500	-1279	366
MgO	к	-602	-570	27
Mg(OH) ₂	к	-925	-834	63
MgSO ₄	к	-1278	-1174	91,6
MgSO ₄ 7H ₂ O	к	-3384		
Mn ²⁺	aq	-219	-223	-84
MnSO ₄	к	-1064	-956	112
N ₂	г	0	0	191,5
NH ₃	г	-46,2	-16,6	192,5
NH ₃	aq	-80,8	-26,6	110
NH ₄	aq	-133	-79,5	113

NH ₄ Cl	к	-315	-204	94,6
(NH ₄) ₂ SO ₄	к	-1179	-900	220
N ₂ O	г	81,5	103,6	220
NO	г	90,4	86,7	210,6
NO ₂	г	33,8	51,8	240,5
N ₂ O ₄	г	9,7	98,3	304,3
HNO ₂	aq	-119	-56	153
HNO ₃	ж	-173	-80	155
NO ₃	aq	-207	-114	146
Na	к	0	0	51
Na ⁺	aq	-240	-262	60
Na ₂ CO ₃	к	-1131	-1048	136
Na ₂ CO ₃ 10H ₂ O	к	-4082	-3906	
NaHCO ₃	к	-948	-852	102
NaF	к	-569	-541	59

Вещество или ион	Состояние	$H_{\text{обр}}^{\circ}$	$G_{\text{обр}}^{\circ}$	S_{298}°
NaCl	к	-411	-384	72
NaNO ₂	к	-359		
NaNO ₃	к	-425	-366	116
NaOH	к	-427	-380	60
Na ₂ SO ₃	к	-1117	-1043	146
Na ₂ SO ₄	к	-1384	-1267	149
Na ₂ SO ₄ 10H ₂ O	к	-4324	-3644	593
Na ₂ S ₂ O ₃ 5H ₂ O	к	-2602		
O ₂	г	0	0	205
O ₃	г	142	163	238
P ₄	белый	0	0	44,4

P	красный	-18,4		
PCl ₃	г	-306	-286	312
PCl ₅	г	-399	-325	353
H ₂ PO ₄	aq	-1302	-1135	89
HPO ₄ ²⁻	aq	-1299	-1094	-36
PO ₄ ³⁻	aq	-1284	-1026	-218
P ₂ O ₇ ⁴⁻	aq	-2276		
PbO	к	-218	-188	69
PbO ₂	к	-277	-219	77
Pb(CH ₃ COO) ₂	к	-964		
Pb(CH ₃ COO) ₂ 3H ₂ O	к	-1854		
S	ромбич.	0	0	32
S	монокл.	0,3	0,1	32,6
SO ₂	г	-297	-300	249
SO ₃	г	-395	-370	256
H ₂ S	г	-20	-33	206
H ₂ SO ₄	aq	-907	-742	17
HSO ₄ ⁻	aq	-886	-753	127
SO ₄ ²⁻	aq	-907	-742	17,2
SiO ₂	кварц	-859	-805	42
ZnO	к	-348	-318	44
ZnCl ₂	к	-416	-369	108
ZnSO ₄	к	-979	-872	125
ZnSO ₄ 7H ₂ O	к	-3076	-2560	387
Органические вещества				
CH ₄	г	-75	-51	186
C ₂ H ₂	г	227	209	201
C ₂ H ₄	г	52	68	219
C ₂ H ₆	г	-107	-33	229

Вещество или ион	Состояние	$H_{\text{обр}}$	$G_{\text{обр}}$	S_{298}
C_6H_6	ж	49	125	173
CH_3Cl	г	-82	-59	234
CH_2Cl_2	г	-88	-59	271
$CHCl_3$	г	-100	-67	296
CCl_4	г	-107	-64	309
CH_3Br	г	-35,6	-26	246
CH_2Br_2	г	-4,2	-5,9	294
$CHBr_3$	г	25	16	331
CBr_4	г	50	36	358
CH_3OH	ж	-239	-166	127
C_2H_5OH	ж	-278	-175	161
$C_2H_5OC_2H_5$	ж	-279,49	-123,05	253,13
$C_2H_5OC_2H_5$	г	-252,21	-122,39	342,67
Глицерин	ж	-671	-479	205
Формальдегид	г	-116	-110	219
Ацетальдегид	г	-166	-134	265
Ацетон	ж	-247	-154	199
$HCOOH$	ж	-410	-346	129
$HCOO^-$	aq	-410	-335	92
CH_3COOH	ж	-487	-392	160
CH_3COO^-	aq	489	-404	205
C_3H_7COOH	ж	-535	-376	226
$C_3H_7COO^-$	к	-536	-372	202
Глюкозо-1-фосфорная кислота	aq		-1789,5	
Нитробензол	ж	16	146	224
Анилин	ж	31	149	191

Глицин	к	-537	-378	103,5
Глицин	aq	-523	-380	158,6
Цистеин	к	-532,6	-342,7	169,9
L-лейцин	aq	-643,4	-352,3	207,5
D,L-лейцилглицин	aq		-464	
Глицилглицин	aq	-734,3	492,1	231,4
Пируват-ион	aq	-596,2	-472,4	171,5
L-молочная кислота	aq	-686	-539	222
Сахароза	к	-2222	-1545	360
D-глюкоза	aq	-1263,8	-917,0	269,5
D-глюкоза	к	-1274,5	-910,6	212,1

Теплоты сгорания (H° , кДж/моль) некоторых веществ

сгор

Вещество	Состояние	H° $H_{\text{сгор}}$	Вещество	Состояние	H° $H_{\text{сгор}}$
H ₂	г	-286	C ₂ H ₂	г	-1305
CH ₄	г	-882	C ₂ H ₅ OH	ж	-1371
CH ₃ Br	г	-770	C ₂ H ₅ OC ₂ H ₅	ж	-2727
CH ₃ Cl	г	-687	NH ₂ CH ₂ COOH	к	-981
CH ₃ I	ж	-815	CO(CH ₃) ₂	ж	-1786
CH ₃ NH ₂		-1071	C ₃ H ₈ O	ж	-1986
CH ₃ OH	ж	-715	C ₆ H ₆	ж	-3273
CH ₂ O	г	-561	C ₆ H ₁₂	ж	-3920
HCOOH	ж	-263	C ₆ H ₅ NH ₂	ж	-3396
CO(NH ₂) ₂	к	-634	C ₆ H ₅ NO ₂	ж	-3093
CHCl ₃	ж	-373	C ₆ H ₅ OH		-3064
CHI ₃	к	-677	Глюкоза	к	-2810
C ₂ H ₆	г	-1541	Фруктоза	к	-2827
C ₂ H ₄	г	-1387	CH ₃ COOH	ж	-876

Средняя удельная теплота полного окисления основных компонентов пищевых продуктов

Вещество	Q, кДж/г	Q, ккал/г
Белки	17	4,1
Жиры	39	9,3
Углеводы	17	4,1