

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические рекомендации и задания к контрольной работе

Составитель О. А. Кузнечиков



© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2013

Волгоград
ВолгГАСУ
2013

УДК 544.1 (076.5)
ББК 24.5я73
Ф 505

Ф 505 **Физическая** химия [Электронный ресурс]: методические рекомендации и задания к контрольной работе / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос.archit.-строит. ун-т ; сост. О. А. Кузнечиков. — Электронные текстовые и графические данные (302 Кбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2013. — Учебное электронное издание : 1 DVD-диск. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод DVD-ROM; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Даны рекомендации по самостоятельному выполнению контрольной работы и вопросы для самоподготовки к зачету.

Для студентов направления 270800.62 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» заочной сокращенной и заочной форм обучения.

Для удобства работы с изданием рекомендуется пользоваться функцией Bookmarks (Закладки) в боковом меню программы Adobe Reader.

УДК 544.1 (076.5)
ББК 24.5я73

Нелегальное использование данного продукта запрещено

Оглавление

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ.	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ.	5
Варианты контрольных заданий	6
Теоретические вопросы	6
Задачи	7
Тема 1. Задачи 26—53	7
Тема 2. Задачи 54—75	8
Тема 3. Задачи 76—100	11
Тема 4. Задачи 130—157	15
Список рекомендуемой литературы.	17
ПРИЛОЖЕНИЕ.	18

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Что такое «химическая термодинамика» (ее содержание или ее задача)?
2. Что такое термодинамическая система? Виды термодинамических систем (две классификации: по взаимодействию с окружающей средой и фазам, составляющим систему). Типы процессов (четыре вида), которые рассматривает термодинамика.
3. Параметры. Уравнения состояния. Уравнение состояния идеального газа.
4. Внутренняя энергия.
5. Словесная и математическая формулировки первого закона термодинамики. Схема процесса, который является примером первого закона (газ в цилиндре).
6. Математическое выражение первого закона термодинамики для изобарических и изохорических процессов.
7. Понятие об энтальпии. Для какой группы процессов (реакций) используют именно энтальпию? Как получается ее математическая формула из Первого закона термодинамики? Что характеризует энтальпия, в чем ее отличие от внутренней энергии?
8. Экзотермические и эндотермические реакции. Правило знаков тепловых эффектов в классической термохимии, термодинамике и современной термохимии. Форма записи уравнения реакции с указанием величины теплового эффекта в каждом из вариантов записи.
9. Через какие величины, характеризующие систему, выражается тепловой эффект процесса (реакции) в случае изобарического и изохорического процесса?
10. Изменение числа моль (количества вещества) газообразных участников реакции в ходе процесса. Как это изменение влияет на различие тепловых эффектов одного и того же процесса, проведенного в изобарических и изохорических условиях? Формула, связывающая эти тепловые эффекты.
11. Закон Гесса. Что позволяет вычислять закон Гесса? Три следствия из закона Гесса (касающиеся обратной реакции, одинаковых начальных и одинаковых конечных состояний).
12. Энтропия: что она характеризует? Что такое термодинамическая вероятность, как она связана с величиной энтропии? Как изменяется энтропия с ростом температуры и почему? Как изменяется энтропия при переходе вещества из одного агрегатного состояния в другое и почему?
13. Второй закон термодинамики, его общая формулировка. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Что надо сделать, чтобы провести несамопроизвольный процесс? Как изменяется энтропия при протекании самопроизвольного процесса в замкнутой системе?
14. Изобарно-изотермический потенциал. Как его величина характеризует реакцию? Формула, связывающая изобарно-изотермический потенциал, энтропию и энтальпию процесса. Какое еще название употребляют для изменения изобарно-изотермического потенциала, происходящего в ходе химической реакции?

15. Два фактора, определяющих возможность протекания химической реакции. Когда они действуют согласованно, а когда противонаправленно? Роль какого фактора усиливается с увеличением температуры?

16. Константа равновесия реакции: словесная формулировка и математическое выражение, вывод выражения для константы из закона действующих масс. Каково численное значение K_p , если равновесие реакции сильно сдвинуто вправо, влево, если реакция находится в среднем положении? Формула, связывающая константу равновесия и энергию Гиббса. Какие численные значения константы и энергии Гиббса соответствуют друг другу? Когда достигается состояние химического равновесия (условие), какие еще особенности системы в этом состоянии? Как соотносятся скорости и константы скоростей прямой и обратной реакции, концентрации исходных веществ и продуктов реакции при различных значениях константы равновесия?

17. Фазовые равновесия. Параметры системы, компоненты системы, фазы. Что такое число степеней свободы системы? Диаграмма состояния однокомпонентной гетерогенной системы. Число степеней свободы для линий, полей и точек диаграммы.

18. Изменение температуры фазовых переходов растворов. Закон Рауля. Диаграмма давления насыщенного пара над раствором и растворителем. Зависимость изменения температуры фазового перехода от концентрации раствора. Изотонический коэффициент для растворов электролитов.

19. Диаграмма состояния двухкомпонентной гетерогенной системы (диаграмма плавкости). Число степеней свободы для линий, полей и точек диаграммы. Эвтектика.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Методические указания, вопросы для самопроверки, которые отражают объем требований к знаниям студента, и задание для контрольной работы даны по отдельным разделам программы. К выполнению контрольного задания приступают только после проработки всего курса по учебнику.

Каждый студент выполняет задание согласно своему варианту, определяемому по двум последним цифрам номера зачетки (табл. 1).

Следует обратить внимание на то, что данные некоторых задач представлены в обобщенных таблицах, так, например, задачи 26—53 имеют общее условие. Для каждой из этих задач данные для расчета нужно брать в таблице против номера задачи, соответствующей варианту.

В задачах не приводятся справочные данные, они помещены в приложении в соответствующих таблицах.

Варианты контрольных заданий

Т а б л и ц а 1

Варианты	Теоретический вопрос	Номера задач по темам			
		1	2	3	4
00, 50, 25, 75	1	26, 41	54	76	130
01, 51, 26, 76	2	27, 42	55	77	131
02, 52, 27, 77	3	28, 43	56	78	132
03, 53, 28, 78	4	29, 44	57	79	133
04, 54, 29, 79	5	30, 45	58	80	134
05, 55, 30, 80	6	31, 46	59	81	135
06, 56, 31, 81	7	32, 47	60	82	136
07, 57, 32, 82	8	33, 48	61	83	137
08, 58, 33, 83	9	34, 49	62	84	138
09, 59, 34, 84	10	35, 50	63	85	139
10, 60, 35, 85	11	36, 51	64	86	140
11, 61, 36, 86	12	37, 52	65	87	141
12, 62, 37, 87	13	38, 53	66	88	142
13, 63, 38, 88	14	39, 40	58	89	143
14, 64, 39, 89	15	40, 41	67	90	144
15, 65, 40, 90	16	41, 42	68	91	145
16, 66, 41, 91	17	42, 43	69	92	146
17, 67, 42, 92	18	43, 44	63	93	147
18, 68, 43, 93	19	44, 45	70	94	148
19, 69, 44, 94	20	45, 46	71	95	149
20, 70, 45, 95	21	46, 47	72	96	150
21, 71, 46, 96	22	47, 48	73	97	151
22, 72, 47, 97	23	48, 49	74	98	152
23, 73, 48, 98	24	49, 50	75	99	153
24, 74, 49, 99	25	50, 51	70	100	154

Теоретические вопросы

1. Основные понятия и определения химической термодинамики. Первое начало термодинамики.

2. Формулировки и математические выражения первого закона термодинамики для изохорного, изобарного, изотермического и адиабатического процессов.

3. Функции состояния (внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал). Физический смысл, применение.

4. Термохимия. Тепловой эффект реакции. Закон Гесса. Теплоты образования, сгорания, нейтрализации, растворения.

5. Тепловой эффект химической реакции. Знаки тепловых эффектов реакций в термохимии и термодинамике. Взаимосвязь тепловых эффектов реакции при постоянном давлении и постоянном объеме.

6. Закон Гесса, следствия из закона. Стандартные термодинамические величины и их использование для расчета тепловых эффектов химических реакций.

7. Энтальпия образования вещества. Расчет теплового эффекта химической реакции по величинам энтальпий образования.
8. Энтальпия сгорания вещества. Расчет теплового эффекта химической реакции по величинам энтальпий сгорания.
9. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия.
10. Изменение энтропии как критерий направления процессов в изолированной системе.
11. Критерии возможности самопроизвольного процесса и равновесия в закрытых системах.
12. Химическое равновесие. Вывод константы равновесия из закона действующих масс.
13. Правило фаз Гиббса. Чему равно максимальное число степеней свободы в однокомпонентных, двухкомпонентных и трехкомпонентных системах?
14. Уравнение Клапейрона — Менделеева как уравнение состояния.
15. Построение и анализ диаграммы состояния воды.
16. Какая система называется раствором?
17. Какой пар называется насыщенным? Как зависит давление насыщенного пара от температуры?
18. Как зависит давление насыщенного пара над раствором нелетучего вещества от состава раствора? Закон Рауля.
19. Чем объяснить, что температура кипения раствора выше, чем температура кипения растворителя?
20. Температура кипения разбавленных растворов. Эбулиоскопия, ее применение.
21. Температура замерзания разбавленных растворов. Криоскопия, ее применение.
22. Как применить закономерности (давление пара, изменение температуры кипения и замерзания), выведенные для растворов неэлектролитов, к растворам веществ, распадающихся на ионы? В чем сущность изотонического коэффициента Вант-Гоффа?
23. Диаграмма состояния двухкомпонентной гетерогенной системы (диаграмма плавкости). Число степеней свободы для линий полей и точек диаграммы.
24. Диаграмма состояния однокомпонентной гетерогенной системы (диаграмма состояния воды). Число степеней свободы для линий, полей и точек диаграммы.
25. На чем основан термический анализ? Как на его основе построить диаграмму состояния? Что называется эвтектической смесью?

Задачи

Тема 1. Задачи 26—53. Для химической реакции (все реакции протекают в газовых фазах), указанной в табл. 2, вычислить ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0 , K_p при $T = 298 \text{ K}$, пользуясь справочными данными табл. 1 приложения.

Сделать выводы:

1. Является ли данная реакция экзотермической или эндотермической?
2. Как изменилась энтропия системы после протекания реакции?
3. Протекает ли данная реакция самопроизвольно при стандартных условиях?
4. Каких веществ — исходных или продуктов реакции — будет больше в равновесной смеси?
5. Что означают фразы: «равновесие сдвинуто в сторону исходных веществ» и «равновесие сдвинуто в сторону продуктов реакции»?

Т а б л и ц а 2

№ задачи	Уравнения реакций	№ задачи	Уравнения реакций
26	$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO}$	40	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{HF} = \text{C}_2\text{H}_5\text{F}$
27	$\text{CCl}_4 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 4\text{HCl}$	41	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 = 2\text{NOCl}$
28	$2\text{S}_2 + \text{CH}_4 = 2\text{H}_2\text{S} + \text{CS}_2$	42	$2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$
29	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	43	$\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2$
30	$\text{Cl}_2 + \text{CO} = \text{COCl}_2$	44	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
31	$\text{CH}_3\text{I} + \text{HI} = \text{CH}_4 + \text{I}_2$	45	$2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$
32	$\text{CH}_4 + \text{Br}_2 = \text{CH}_3\text{Br} + \text{HBr}$	46	$4\text{CO} + 2\text{SO}_2 = \text{S}_2 + 4\text{CO}_2$
33	$\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HF} + \text{O}$	47	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
34	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$	48	$\text{CH}_3\text{Cl} + \text{NH}_3 = \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCl}$
35	$4\text{HBr} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Br}_2$	49	$\text{CH}_3\text{Br} + \text{NH}_3 = \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HBr}$
36	$4\text{HI} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{I}_2$	50	$\text{CH}_3\text{I} + \text{NH}_3 = \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HI}$
37	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{HCl}$	51	$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COH}$
38	$\text{H}_2 + \text{CCl}_4 = \text{CHCl}_3 + \text{HCl}$	52	$6\text{CH}_4 + \text{O}_2 = 2\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{CO} + 10\text{H}_2$
39	$\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$	53	$\text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{CH}_4$

Тема 2. Задачи 54—75. Уравнения реакций, в которых около символов химических соединений указываются их агрегатные состояния или кристаллическая модификация, а также численное значение тепловых эффектов, называют *термохимическими*. В термохимических уравнениях, если это специально не оговорено, указываются значения тепловых эффектов при постоянном давлении Q_p , равные изменению энтальпии системы ΔH . Значение ΔH приводят обычно в правой части уравнения, отделяя его запятой или точкой с запятой. Приняты следующие сокращенные обозначения агрегатного состояния веществ: г — газообразное, ж — жидкое, к — кристаллическое. Эти символы опускаются, если агрегатное состояние веществ очевидно. Если в результате реакции выделяется теплота, то $\Delta H < 0$. Например,

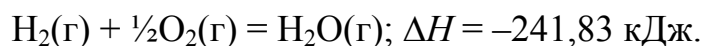
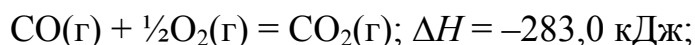


При расчетах необходимо пользоваться справочными данными табл. 2 приложения.

54. Вычислите, какое количество теплоты выделится при восстановлении Fe_2O_3 металлическим алюминием, если было получено 335,1 г железа.

55. Газообразный этиловый спирт C_2H_5OH можно получить при взаимодействии этилена $C_2H_4(г)$ и водяного пара. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект.

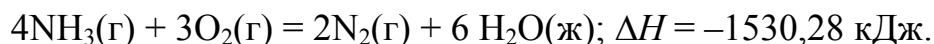
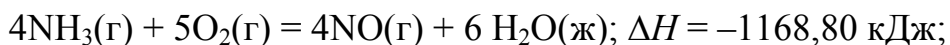
56. Вычислите тепловой эффект реакции восстановления оксида железа (II) водородом, исходя из следующих термохимических уравнений:



57. При взаимодействии газообразных сероводорода и диоксида углерода образуются пары воды и сероуглерод $CS_2(г)$. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект.

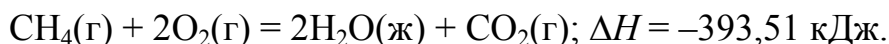
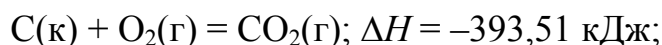
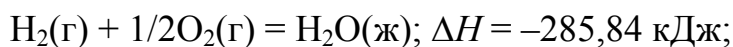
58. Напишите термохимическое уравнение реакции между $CO(г)$ и водородом, в результате которой образуются $CH_4(г)$ и $H_2O(г)$. Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 67,2 л метана в пересчете на нормальные условия?

59. Запишите реакцию, тепловой эффект которой равен теплоте образования NO . Вычислите теплоту образования NO , исходя из следующих термохимических уравнений:

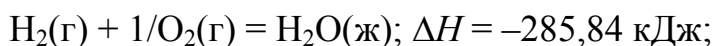
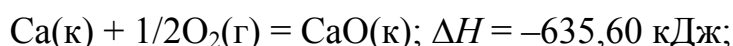


60. Кристаллический хлорид аммония образуется при взаимодействии газообразных аммиака и хлорида водорода. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект. Сколько теплоты выделится, если в реакции было израсходовано 10 л аммиака в пересчете на нормальные условия?

61. Запишите реакцию, тепловой эффект которой равен теплоте образования метана. Вычислите теплоту образования метана, исходя из следующих термохимических уравнений:



62. Запишите реакцию, тепловой эффект которой равен теплоте образования гидроксида кальция. Вычислите теплоту образования гидроксида кальция, исходя из следующих термохимических уравнений:



63. Тепловой эффект реакции сгорания жидкого бензола с образованием паров воды и диоксида углерода равен минус 3135,58 кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции и вычислите теплоту образования $C_6H_6(ж)$.

64. Вычислите, сколько теплоты выделится при сгорании 165 л (н.у.) ацетиленов C_2H_2 , если продуктами сгорания являются диоксид углерода и пары воды?

65. При сгорании газообразного аммиака образуются пары воды и оксид азота. Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 44,8 л NO в пересчете на нормальные условия?

66. Реакция горения метилового спирта выражается термохимическим уравнением:



Вычислите тепловой эффект этой реакции, если известно, что мольная теплота парообразования $CH_3OH(ж)$ равна +37,4 кДж.

67. При сгорании 11,5 г жидкого этилового спирта выделилось 308,71 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение реакции, в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Вычислите теплоту образования $C_2H_5OH(ж)$.

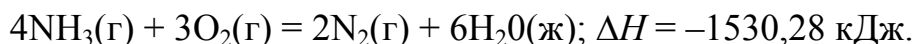
68. Реакция горения бензола выражается термохимическим уравнением:



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

69. Вычислите тепловой эффект и напишите термохимическое уравнение реакции горения 1 моль этана $C_2H_6(г)$, в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Сколько теплоты выделится при сгорании 1 м³ этана в пересчете на нормальные условия?

70. Реакция горения аммиака выражается термохимическим уравнением:



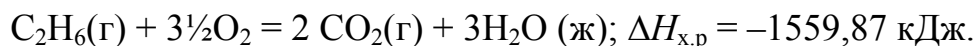
Вычислите теплоту образования $NH_3(г)$.

71. При взаимодействии 6,3 г железа с серой выделилось 11,31 кДж теплоты. Вычислите теплоту образования сульфида железа FeS .

72. При сгорании 1 л ацетиленов (н.у.) выделяется 56,053 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение реакции, в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Вычислите теплоту образования $C_2H_2(г)$.

73. При получении 37 г гидроксида кальция из $CaO(к)$ и $H_2O(ж)$ выделяется 32,53 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите теплоту образования оксида кальция.

74. Реакция горения этана выражается термохимическим уравнением:



Вычислите теплоту образования этана, если известны теплоты образования $\text{CO}_2(\text{г})$ и $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$.

75. Реакция горения этилового спирта выражается термохимическим уравнением:



Вычислите тепловой эффект реакции, если известно, что молярная (молярная) теплота парообразования $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})$ равна +42,36 кДж, и известны теплоты образования: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{г})$; $\text{CO}_2(\text{г})$; $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$.

Тема 3. Задачи 76—100. На основании данных о температуре начала кристаллизации двухкомпонентной системы (табл. 3):

1) построить диаграмму фазового состояния (диаграмму плавкости) системы веществ А и В;

2) обозначить точками: 1 — жидкий расплав, содержащий a % вещества А при температуре T_1 ; 2 — расплав, содержащий a % вещества А, находящийся в равновесии с твердой фазой; 3 — равновесие трех фаз;

3) указать, при какой температуре начнет отвердевать расплав, содержащий c % вещества А. При какой температуре он отвердеет полностью? Каков состав первых кристаллов?

4) указать, при какой температуре начнет плавиться система, содержащая d % вещества А. При какой температуре она расплавится полностью? Каков состав первых капель расплава?

5) определить качественный и количественный состав эвтектики.

Т а б л и ц а 3

№ задачи	Системы	Молярная доля А, %	Температура начала кристаллизации T , К	Молярная доля А, %	Температура начала кристаллизации, T , К	Содержание вещества А			Температура T_1 , К
						a , %	c , %	d , %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
76	А — KCl В — SnCl ₂	0	512	40	460	45	5	25	493
		5	507	45	481				
		10	496	50	497				
		15	479	52,5	583				
		20	477	55	658				
		25	481	70	853				
		30	478	80	952				
35	473	100	1050						
77	А — KCl В — PbCl ₂	0	769	45	693	30	5	25	753
		10	748	50	703				
		20	713	55	733				
		25	701	65	811				
		30	710	75	893				
		33,5	713	90	1003				
		40	707	100	1048				

№ задачи	Системы	Молярная доля А, %	Температура начала кристаллизации T, К	Молярная доля А, %	Температура начала кристаллизации, T, К	Содержание вещества А			Температура T ₁ , К
						a, %	c, %	d, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
78	А — KCl В — MnCl ₂	0	923	50	769	40	10	40	873
		8	895	60	731				
		15	865	65	705				
		25	815	66	701				
		34	745	75	705				
		36	722	85	925				
		38	735	100	1047				
79	А — Li ₂ CO ₃ В — K ₂ CO ₃	0	1133	50	788	40	10	40	923
		9	1055	54,5	778				
		20	955	62	765				
		33	765	66,6	798				
		39,5	773	83,5	911				
44,2	778	100	983						
80	А — MgSO ₄ В — Cs ₂ SO ₄	0	1294	55	1048	55	10	40	1173
		10	1241	60	1053				
		20	1193	63	1098				
		30	1116	65	1113				
		40	1013	70	1163				
		45	953	80	1238				
		47	969	90	1323				
50	999	100	1397						
81	А — Li ₂ SO ₄ В — Cs ₂ SO ₄	0	1293	65	983	40	10	40	1173
		10	1216	75,5	903				
		20	1113	77,5	906				
		25	1063	50	910				
		31	953	85	905				
		35	963	89,5	893				
		40	1003	90	910				
		50	1011	95	1055				
55	1007	109	1129						
82	А — KI В — CdI ₂	0	658	53	504	55	10	40	723
		10	643	55	515				
		30	596	60	575				
		45	520	65	656				
		47	470	80	833				
49	468	100	951						
83	А — CsCl В — SrCl ₂	0	1147	50	1180	35	10	50	1173
		10	1124	60	1158				
		15	1089	70	1071				
		20	1059	80	877				
		25	1102	85	862				
		35	1155	95	875,8				
40	1166	100	876,8						
84	А — RbCl В — SrCl ₂	0	1147	55	696	35	5	35	1073
		10	1089	65	896				
		20	1004	70	827				
		30	906	75	853				
		40	964	80	879				
		45	975	90	960				
		50	978	100	999				

№ задачи	Системы	Молярная доля А, %	Температура начала кристаллизации T, К	Молярная доля А, %	Температура начала кристаллизации, T, К	Содержание вещества А			Температура T ₁ , К
						a, %	c, %	d, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
85	А — KCl В — CaCl ₂	0	1043	40	1027	25	5	35	1023
		5	1023	45	1015				
		10	978	55	961				
		18,5	911	67	873				
		20	828	70	899				
		25	980	90	1021				
35	1022	100	1049						
86	А — CuCl В — CsCl	0	912	65	542	55	10	25	773
		10	868	66,6	547				
		20	814	70	541				
		35	645	75	521				
		45	571	80	541				
		50	549	90	623				
60	533	100	695						
87	А — CdCl ₂ В — TlCl	0	702	50	699	42	10	40	773
		10	656	57,5	697				
		20	604	67,5	673				
		28	572	80	754				
		30	589	85	777				
		36,5	645	95	823				
47	694	100	841						
88	А — SrBr ₂ В — KBr	0	1003	57	832	60	10	50	973
		10	972	66,7	847				
		25	872	75	843				
		29	829	82	835				
		33,3	832	85	851				
		40	826	95	897				
50	807	100	916						
89	А — FeCl ₃ В — NaCl	0	1073	53	983	45	10	45	1033
		13,3	1052	61,6	753				
		22,2	1033	66,8	680				
		35,8	989	74,6	641				
		37,6	975	80,6	622				
		40	983	81,6	642				
47	999	84,8	697						
50,6	1003	100	859						
90	А — FeCl ₃ В — TlCl	0	702	35	525	30	5	30	673
		10	658	37	506				
		22	598	45	533				
		26	535	52	553				
		29	549	62	560				
		33	563	100	585				
91	А — NiF ₂ В — KF	0	1121	23,8	1212	15	5	20	1273
		4,9	1099	26	1224				
		9,2	1060	30,3	1289				
		13,4	1120	37,9	1359				
		15,2	1141	46,7	1397				
		18,4	1168	50,5	1403				
21,8	1193	58	1391						

№ задачи	Системы	Молярная доля А, %	Температура начала кристаллизации T, К	Молярная доля А, %	Температура начала кристаллизации, T, К	Содержание вещества А			Температура T ₁ , К
						a, %	c, %	d, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
92	А — KI В — PbI ₂	0	685	45	618	40	10	40	773
		10	668	50	622				
		20	640	55	651				
		25	622	60	695				
		30	579	70	773				
		31	594	80	858				
		35	603	90	914				
40	610	100	959						
93	А — SrBr ₂ В — LiBr	0	825	50	768	50	10	50	873
		5	813	54	773				
		20	772	66,6	803				
		30	736	85	865				
		34	720	100	916				
		40	744						
94	А — NiNO ₃ В — RbNO ₃	0	585	50	464	40	10	40	523
		10	535,5	60	457,6				
		20	489	65	449				
		22	479	70	567				
		32,5	424	80	598				
		36	438	90	519,5				
40	449,5	100	527						
95	А — MgCl ₂ В — TiCl	0	708	50	767	50	10	50	923
		5	698	66,6	796				
		15	682	75	658				
		28	635	90	950				
		33,3	685	100	991				
96	А — MgCl ₂ В — RbCl	0	991	36,2	759	40	10	50	873
		17,5	868	37,5	784				
		22,7	800	43,8	816				
		23,7	764	50	823				
		25,9	746	58,1	809				
		28	736	65	783				
		29	732	68,3	821				
		30,4	743	78,7	898				
		33,1	749	100	984				
		35,5	754						
97	А — MgCl ₂ В — RbCl	0	999	45	793	30	10	40	873
		15	879	50	799				
		22	813	55	797				
		27	749	65	755				
		30	741	68	733				
		32	733	70	743				
		35	713	80	803				
		40	767	100	923				
98	А — MgSO ₄ В — K ₂ SO ₄	0	1349	63,9	1200	50	10	30	1273
		10	1308	66,8	1203				
		20	1236	71	1193				
		30	1123	75,3	1177				
		40	1019	82,3	1247				
		50	1103	100	1397				

№ задачи	Системы	Молярная доля А, %	Температура начала кристаллизации T, К	Молярная доля А, %	Температура начала кристаллизации, T, К	Содержание вещества А			Температура T ₁ , К
						a, %	c, %	d, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
99	А — PbCl ₂ В — TiCl	0	708	50	680	50	10	50	723
		10	679	60	705				
		15,5	661	66,6	708				
		20	675	70	707				
		25	680	75	700				
		30	676	80	720				
		36,5	650	90	752				
40	658	100	773						
100	А — NaCl В — ZnCl ₂	0	595	35	623	45	10	20	723
		5	589	46	683				
		10	577	52,5	769				
		15	573	58	813				
		25	543	67,7	882				
		27	535	100	1073				
		30	569						

Тема 4. Задачи 130—157

130. Водный раствор, содержащий 0,225 моль/л NaOH, замерзает при $-0,667^\circ\text{C}$. Определите кажущуюся степень диссоциации NaOH в этом растворе, если криоскопическая постоянная воды равна 1,86. Плотность раствора принять равной 1.

131. Раствор, содержащий 0,81 г углеводорода $\text{H}(\text{CH}_2)_n\text{H}$ и 190 г бромистого этила, замерзает при $-9,47^\circ\text{C}$. Температура замерзания бромистого этила — 10°C , криоскопическая постоянная 12,5 К·кг/моль. Рассчитайте молярную массу углеводорода.

132. Рассчитайте температуру замерзания водного раствора, содержащего 50,0 г этиленгликоля в 500 г воды.

133. Давление насыщенного пара H_2O при 40°C равно 7375,9 Па. Вычислите давление пара раствора, содержащего 10 г глицерина на 400 г H_2O .

134. Давление насыщенного пара H_2O при 50°C равно 12 334 Па. Вычислите давление пара раствора, содержащего 0,01 моль нелетучего вещества 200 г H_2O .

135. Какова должна быть массовая доля глицерина $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ в водном растворе, чтобы давление пара раствора было на 2 % ниже давления пара чистой воды?

136. Вычислите давление пара 5%-го раствора сахара $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ в воде при 100°C и процентное содержание глицерина в водном растворе, давление пара которого равно давлению пара 5%-го раствора сахара.

137. Определите температуру кипения раствора 10 г глюкозы в 90 г H_2O . Эбулиоскопическая константа для воды 0,512.

138. Удельная теплота испарения воды при температуре кипения равна $2253,02 \cdot 10^3$ Дж/кг. Определите температуру кипения водного раствора, содержащего 0,08 моль нелетучего растворенного вещества в 200 г H_2O .

139. Давление пара раствора, содержащего 13 г нелетучего растворенного вещества в 100 г воды при $28^\circ C$ равно $0,0365 \cdot 10^5$ Па. Рассчитайте молекулярную массу растворенного вещества, предполагая, что раствор идеальный. Давление пара воды при $28^\circ C$ равно $0,0374 \cdot 10^5$ Па.

140. 68,4 г сахарозы ($M = 342$ г/моль) растворено в 1000 г H_2O . Плотность раствора при $20^\circ C$ равна $1,024 \cdot 10^5$ кг/м. Давление пара чистой воды при $20^\circ C$ равно $0,0231 \cdot 10^5$ Па. Определите давление пара над раствором.

141. При $25^\circ C$ давление паров воды равно $0,0316 \cdot 10^5$ Па. Чему равно давление паров воды над раствором, содержащим 10 г мочевины в 200 г H_2O ?

142. Сколько граммов глицерина необходимо добавить в 0,5 кг H_2O , чтобы раствор не замерзал до $-0,5^\circ C$. Криоскопическая постоянная воды равна 1,86.

143. Водный раствор этилового спирта, содержащий 8,74 г спирта на 1000 г H_2O , замерзает при $-0,354^\circ C$. Определите молекулярную массу спирта в этом растворе. Криоскопическая постоянная воды равна 1,86.

144. Раствор, содержащий 1,632 г трихлоруксусной кислоты в 100 г бензола, отвердевает на $0,350^\circ C$ ниже, чем бензол. Определите, имеет ли место диссоциация или ассоциация трихлоруксусной кислоты в бензольном растворе и в какой степени. Криоскопическая постоянная бензола равна 5,12.

145—157. По данным, приведенным в табл. 4, для водных растворов рассчитать величину, указанную в последнем столбце табл. 4 (учесть, что криоскопическая постоянная воды $K = 1,86$ К·кг/моль, эбулиоскопическая постоянная воды $E = 0,52$ К·кг/моль). Обозначения m_A , г и m_{H_2O} , г — соответственно, массы (в граммах) двух компонентов, составляющих раствор: растворенного вещества А и воды.

Т а б л и ц а 4

№	Вещество А	m_A , г	m_{H_2O} , г	Искомая величина
145	Этанол C_2H_6O	4,6	100	Температура замерзания $T_{зам}$
146	Метанол CH_4O	6,4	200	
147	Пропиловый спирт C_3H_8O	0,86	100	
148	Сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$	1,17	200	
149	Глюкоза $C_6H_{12}O_6$	1,80	100	
150	Глицерин $C_3H_8O_3$	0,90	100	
151	Мочевина CH_4N_2O	1,20	200	
152	Тиомочевина CH_4N_2S	1,90	200	
№	$\Delta T_{кип}$	m_A , г	m_{H_2O} , г	Искомая величина
153	0,052	3,42	100	Молярная масса M
154	0,052	3,60	200	
155	0,260	4,60	200	
156	0,052	0,90	100	
157	0,104	2,40	200	

Список рекомендуемой литературы

1. *Коровин, Н. В.* Общая химия : учеб. для технич. направ. и спец. вузов / Н. В. Коровин. — М. : Высш. шк., 2007. — 556 с. (также предыдущие издания).
2. *Глинка, Н. Л.* Общая химия : учеб. пособие для вузов / Н. Л. Глинка. — М. : Интеграл-ПРЕСС, 2008. — 728 с. (также предыдущие издания).
2. *Киреев, В. А.* Краткий курс физической химии / В. А. Киреев. — М. : Высш. шк., 1978. — 624 с.
3. *Киреев, В. А.* Курс физической химии / В. А. Киреев. — М. : Химия, 1975. — 776 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Термодинамические величины простых веществ и соединений

Вещество в газообразном состоянии	$\Delta H_{f,298}^0$, кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/(моль·К)	$C_{p,298}^0$, Дж/(моль·К)
Br ₂	30,92	245,35	36,07
Cl ₂	0	223,0	33,84
F ₂	0	202,9	31,32
H ₂	0	130,6	28,83
I ₂	62,24	260,58	36,9
N ₂	0	191,5	29,10
O	249,18	160,95	21,90
O ₂	0	205,03	29,36
S ₂	129,1	227,7	32,47
CO	-110,5	197,4	29,15
CO ₂	-393,51	213,6	37,13
COCl ₂	-223,0	289,2	60,67
CS ₂	115,3	237,8	45,65
HBr	-35,98	198,40	29,16
HCl	-92,30	186,70	29,16
HF	-268,61	173,51	29,16
HI	25,94	206,30	29,16
H ₂ O	-241,84	188,74	33,56
H ₂ S	-20,15	205,64	33,93
NH ₃	-46,19	192,51	35,65
NO	90,37	210,62	29,83
NO ₂	33,89	240,45	37,11
N ₂ O ₄	9,37	304,3	78,99
NOCl	52,59	263,5	39,37
SO ₂	-296,9	248,1	39,87
SO ₂ Cl ₂	-358,7	311,3	77,4
SO ₃	-395,2	256,23	50,63
CH ₄	-74,85	186,19	35,79
C ₂ H ₂	226,75	200,8	43,93
C ₂ H ₄	52,28	219,4	43,63
CH ₃ COH	-166,0	264,2	54,64
C ₂ H ₅ OH	-235,3	282,0	73,6
CH ₃ F	-247,0	222,8	37,40
CH ₃ Cl	-82,0	233,5	40,71
CH ₃ Br	-35,6	245,8	42,4
CH ₃ I	20,5	253,0	44,1
CHCl ₃	-100,4	295,6	65,7
CCl ₄	-106,7	309,7	83,4
C ₂ H ₅ F	-297,0	364,8	58,6
C ₂ H ₅ Cl	105,0	274,8	62,3
CH ₃ NH ₂	-28,03	241,6	51,7

Стандартные теплоты (энтальпии) образования ΔH_{298}^0 некоторых веществ

Вещество	Состояние	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	Вещество	Состояние	$\Delta H_{f,298}^0$, кДж/моль
C ₂ H ₂	г	+226,75	CO	г	-110,52
CS ₂	г	+115,28	CH ₃ OH	г	-201,17
NO	г	+90,37	C ₂ H ₅ OH	г	-235,31
C ₆ H ₆	г	+82,93	H ₂ O	г	-241,83
C ₂ H ₄	г	+52,28	H ₂ O	ж	-285,84
H ₂ S	г	-20,15	NH ₄ Cl	к	-315,39
NH ₃	г	-46,19	CO ₂	г	-393,51
CH ₄	г	-74,85	Fe ₂ O ₃	к	-822,10
C ₂ H ₆	г	-84,67	Ca(OH) ₂	к	-986,50
HCl	г	-92,31	Al ₂ O ₃	к	-1669,80

План выпуска учеб.-метод. документ. 2013 г., поз. 19

Начальник РИО *М. Л. Песчаная*
 Зав. редакцией *О. А. Шипунова*
 Редактор *Р. В. Худадян*
 Компьютерная правка и верстка *А. Г. Сиволобова*

Подписано в свет 08.04.2013.
 Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 0,7. Объем данных 302 Кбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
 Редакционно-издательский отдел
 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru