

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (СИБСТРИН)

**Кафедра химии**

# **ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И РАВНОВЕСИЕ**

Индивидуальные задания  
по дисциплине «Химия»  
для студентов I курса  
всех направлений и форм обучения

Новосибирск 2017

Индивидуальные задания составлены канд. хим. наук, доцентом  
Т.М. Крутской, канд. хим. наук, доцентом Н.В. Шальневой

Утверждены учебно-методической комиссией  
инженерно-экологического факультета  
17 апреля 2017 г.

Рецензенты:

- В.А. Шестаков, канд. хим. наук,  
ст. науч. сотр. ИНХ СО РАН;
- О.А. Полунина, канд. техн. наук,  
доцент НГАСУ (Сибстрин)

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

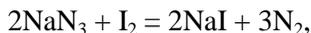
## СОДЕРЖАНИЕ

КИНЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ .....	2
Закон действующих масс .....	2
Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.....	7
Расчет начальных концентраций реагентов.....	14
Зависимость скорости реакции от температуры .....	20
ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ.....	25
Расчет константы равновесия.....	25
Расчеты равновесных концентраций с использованием $K_c$ .....	30
СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ .....	36
Влияние изменения параметров системы на смещение химического равновесия .....	36

# КИНЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

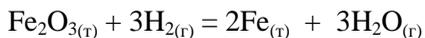
## Закон действующих масс

1. Определите, как изменится скорость прямой реакции, протекающей в растворе



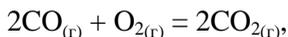
если концентрацию  $\text{NaN}_3$  увеличить в 3 раза, а концентрацию  $\text{I}_2$  уменьшить в 3 раза. Напишите выражение закона действующих масс для скорости обратной реакции.

2. Во сколько раз изменятся скорости прямой и обратной реакций



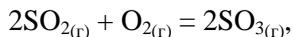
при увеличении давления в системе в 4 раза?

3. Как надо изменить концентрацию кислорода в реакции



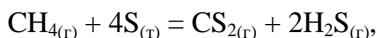
чтобы при увеличении концентрации оксида углерода (II) в 2 раза скорость прямой реакции не изменилась? Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

4. Во сколько раз и как изменятся (увеличатся или уменьшатся) скорости прямой и обратной реакций



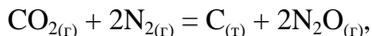
если объем сосуда, где находится газовая смесь, уменьшить в 3 раза?

5. Как надо изменить общее давление в системе



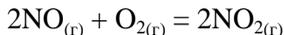
чтобы скорость обратной реакции уменьшилась в 64 раза? Как при этом изменится скорость прямой реакции?

**6.** Определите, как был изменен объем системы



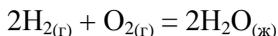
если при этом скорость прямой реакции увеличилась в 8 раз. Как изменилась скорость обратной реакции?

**7.** Начальные концентрации реагентов в реакции



составляют (моль/л):  $C_0(\text{NO}) = 0.03$ ;  $C_0(\text{O}_2) = 0.05$ . Как изменится скорость прямой реакции, если концентрацию кислорода увеличить до 0.1 моль/л, а оксида азота (II) – до 0.06 моль/л? Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**8.** Как изменится скорость реакции получения воды



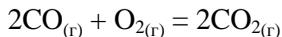
при уменьшении общего давления в системе в 2 раза? Изменится ли при этом скорость обратной реакции и почему?

**9.** Как надо изменить (увеличить или уменьшить и во сколько раз) концентрацию хлора в реакции



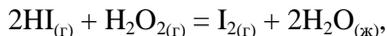
чтобы при уменьшении концентрации кислорода в 4 раза скорость прямой реакции не изменилась? Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**10.** Рассчитайте изменение скоростей прямой и обратной реакций



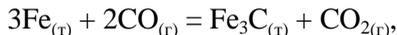
при увеличении объема системы в 3 раза.

**11.** Рассчитайте, как было изменено давление в системе



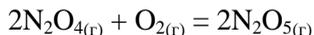
если скорость прямой реакции увеличилась в 8 раз. Как при этом изменилась скорость обратной реакции?

**12.** Определите, во сколько раз и как был изменен (увеличен или уменьшен) объем системы



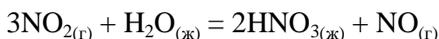
если скорость прямой реакции уменьшилась в 16 раз. Как изменилась при этом скорость обратной реакции?

**13.** Начальные концентрации реагентов в системе



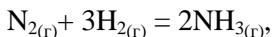
составляют (моль/л):  $C_0(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.3$ ;  $C_0(\text{O}_2) = 0.2$ . Во сколько раз увеличится или уменьшится скорость прямой реакции, если концентрацию кислорода увеличить до 1.2 моль/л, а концентрацию  $\text{N}_2\text{O}_4$  уменьшить до 0.1 моль/л?

**14.** Во сколько раз увеличатся скорости прямой и обратной реакций



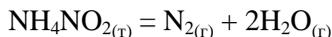
при увеличении давления в системе в 3 раза?

**15.** Как надо изменить концентрацию азота в реакции



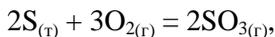
чтобы при увеличении концентрации водорода в 2 раза скорость реакции не изменилась?

**16.** Во сколько раз изменится скорость обратной реакции



при уменьшении объема системы в 2 раза? Изменится ли при этом скорость прямой реакции? Почему?

**17.** Рассчитайте, как надо изменить давление в системе



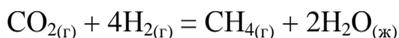
чтобы скорость прямой реакции уменьшилась в 64 раза. Как при этом изменится скорость обратной реакции?

**18.** Определите, как был изменен объем системы



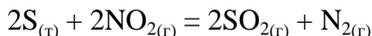
если скорость прямой реакции увеличилась в 25 раз. Изменилась ли при этом скорость обратной реакции?

**19.** Установите, как и во сколько раз изменится скорость прямой реакции



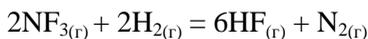
при увеличении концентрации  $\text{CO}_2$  в 8 раз и уменьшении концентрации  $\text{H}_2$  в 2 раза. Напишите выражение скорости обратной реакции.

**20.** Давление в системе



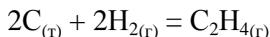
уменьшено в 4 раза. Во сколько раз изменились скорости прямой и обратной реакции?

**21.** Концентрацию водорода в реакции



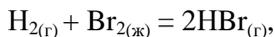
увеличили в 2 раза. Как надо изменить концентрацию  $\text{NF}_3$ , чтобы скорость прямой реакции не изменилась? Напишите выражение для скорости обратной реакции.

**22.** Рассчитайте, как изменятся скорости прямой и обратной реакции



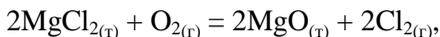
при увеличении объема системы в 4 раза.

**23.** Как надо изменить давление в системе



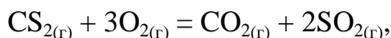
чтобы скорость обратной реакции увеличилась в 9 раз? Как при этом изменится скорость прямой реакции?

**24.** Определите, как был изменен объем системы



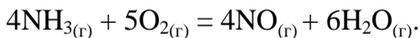
если скорость обратной реакции уменьшилась в 16 раз. Как изменилась скорость прямой реакции?

**25.** Как изменится скорость прямой реакции



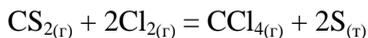
если концентрацию сероуглерода увеличить в 8 раз, а концентрацию кислорода уменьшить в 2 раза? Напишите выражение для скорости обратной реакции.

**26.** Реакция протекает по уравнению



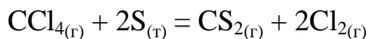
Как изменятся скорости прямой и обратной реакции, если давление в системе увеличить в 2 раза?

**27.** В реакции



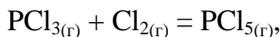
концентрацию хлора увеличили в 2 раза. Как надо изменить концентрацию сероуглерода, чтобы скорость прямой реакции не изменилась? Напишите выражение для скорости обратной реакции.

**28.** Во сколько раз изменятся скорости прямой и обратной реакций



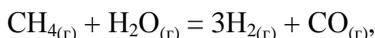
при уменьшении объема системы в 2 раза?

29. Как надо изменить давление в системе



чтобы скорость прямой реакции увеличилась в 9 раз? Как при этом изменится скорость обратной реакции?

30. Как надо изменить объем системы



чтобы скорость прямой реакции уменьшилась в 4 раза? Как изменится при этом скорость обратной реакции?

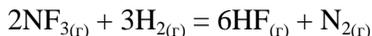
### Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ

31. При образовании азотной кислоты по уравнению



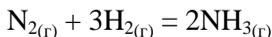
концентрации реагентов в начальный момент равны (моль/л):  $C_0(\text{NO}_2) = 0.8$  моль/л и  $C_0(\text{O}_2) = 0.5$  моль/л. Рассчитайте, во сколько раз изменится скорость прямой реакции в момент, когда в реакцию вступит 20 % кислорода. Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

32. Начальные концентрации реагентов в реакции



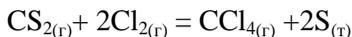
равны (моль/л):  $C_0(\text{NF}_3) = 1.8$ ;  $C_0(\text{H}_2) = 1.4$ . Рассчитайте скорость прямой реакции ( $k = 0.01$ ) и массовую долю прореагировавшего  $\text{NF}_3$  в тот момент, когда образовалось 0.6 моль/л фтороводорода. Какова концентрация азота в этот момент?

33. При синтезе аммиака по реакции



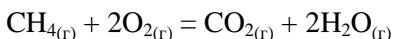
к некоторому моменту времени в реакторе осталось 0.8 моль/л водорода. Рассчитайте скорость прямой реакции ( $k = 0.003$ ) в этот момент и массовую долю прореагировавшего азота, если начальные концентрации равны (моль/л):  $C_0(\text{H}_2) = 1.4$ ;  $C_0(\text{N}_2) = 0.5$ .

**34.** В ходе реакции



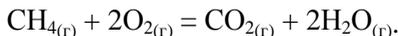
прореагировало 30 %  $\text{CS}_2$ . Во сколько раз уменьшилась при этом скорость прямой реакции, если начальные концентрации составляли (моль/л):  $C_0(\text{CS}_2) = 0.1$ ;  $C_0(\text{Cl}_2) = 0.15$ ? Рассчитайте концентрацию образовавшегося  $\text{CCl}_4$  и напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**35.** Во сколько раз изменится (увеличится или уменьшится) скорость прямой реакции



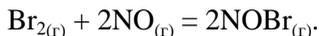
к моменту времени, когда в реакторе останется 0.8 моль/л метана? Рассчитайте концентрации образовавшихся оксида углерода (IV) и воды.

**36.** Реакция протекает по уравнению



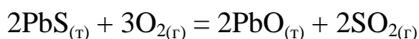
Константа скорости прямой реакции равна 0.05. Начальные концентрации реагентов равны между собой и составляют 0.02 моль/л. Рассчитайте начальную скорость реакции. Во сколько раз уменьшится скорость прямой реакции в тот момент, когда образуется 0.002 моль/л  $\text{CO}_2$ . Рассчитайте концентрацию образовавшейся воды.

**37.** Реакция протекает по уравнению



Начальные концентрации реагентов равны (моль/л):  $C_0(\text{Br}_2) = 0.3$ ;  $C_0(\text{NO}) = 0.5$ , а константа скорости реакции равна 0.4. Вычислите скорость прямой реакции в начальный момент и после того, как прореагирует 0.1 моль/л брома. Рассчитайте массовую долю прореагировавшего оксида азота (II).

**38.** Константа скорости прямой реакции



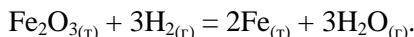
равна  $1.2 \cdot 10^{-4}$ , начальная концентрация кислорода – 1.2 моль/л. Определите концентрацию оксида серы (IV) и скорость прямой реакции в тот момент, когда прореагирует 25 % кислорода.

**39.** Образование мочевины протекает по уравнению



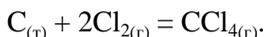
Константа скорости прямой реакции равна 0.5, начальные концентрации реагентов (моль/л):  $C_0(\text{NH}_3) = 2$ ;  $C_0(\text{CO}_2) = 1.5$ . Рассчитайте скорость реакции в момент, когда концентрация оксида углерода уменьшилась в 2 раза. Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**40.** Реакция выражается уравнением



Константа скорости прямой реакции равна 0.06, обратной – 0.04, начальная концентрация водорода – 0.03 моль/л. Рассчитайте начальную скорость прямой реакции и скорость обратной реакции в тот момент, когда прореагирует 33 % водорода.

**41.** Реакция протекает по уравнению



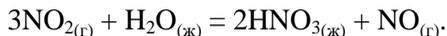
Определите скорость прямой реакции в тот момент, когда в системе останется 40 % хлора, зная, что начальная концентрация его составляла 0.04 моль/л, а константа скорости реакции равна 0.02. Рассчитайте концентрацию  $\text{CCl}_4$  в этот момент.

**42.** Восстановление оксида меди (II) аммиаком протекает по уравнению



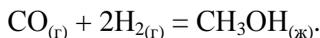
Во сколько раз изменится скорость реакции в тот момент, когда образовалось 0.2 моль/л азота, если  $C_0(\text{NH}_3) = 0.6$  моль/л. Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**43.** При пропускании оксида азота (IV) через воду протекает реакция



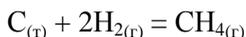
Во сколько раз изменится скорость прямой реакции в тот момент, когда прореагирует 40 % оксида азота (IV), если начальная концентрация его равна 0.1 моль/л? Какова концентрация оксида азота (II) в этот момент?

**44.** Реакция протекает по уравнению



Начальная концентрация оксида углерода равна 0.6 моль/л, водорода – 0.5 моль/л. Константа скорости прямой реакции равна 0.5. Вычислите скорость химической реакции в начальный момент времени и в тот момент, когда в системе останется 40 % водорода.

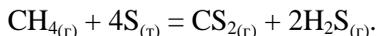
**45.** При синтезе метана по уравнению



начальная концентрация водорода составляла 1.6 моль/л. Рассчитайте, во сколько раз изменилась скорость прямой реакции, когда концентрация водорода уменьшилась в 3 раза. Какова концентрация метана в этот момент?

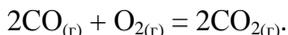
**46.** Константа скорости реакции горения твердой серы (с образованием  $\text{SO}_2$ ) равна 0.5. Рассчитайте скорость и концентрацию  $\text{SO}_2$  в момент времени, когда прореагирует 0.5 моль/л кислорода, если начальная концентрация его равна 1.1 моль/л.

**47.** Реакция протекает по уравнению



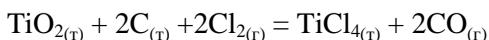
Во сколько раз изменится скорость прямой реакции к моменту времени, когда прореагирует 20 % метана, если начальная концентрация его была 0.2 моль/л? Каковы концентрации продуктов реакции в этот момент?

**48.** Окисление оксида углерода (II) протекает по уравнению



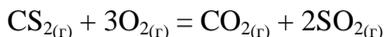
Константа скорости прямой реакции равна 0.7. Исходные концентрации оксида углерода (II) и кислорода равны 3.0 и 2.4 моль/л соответственно. Определите скорость реакции и массовую долю прореагировавшего кислорода в момент времени, когда образовалось 0.8 моль/л оксида углерода (IV).

**49.** Во сколько раз изменится скорость прямой реакции



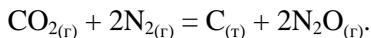
к моменту, когда прореагирует 35 % хлора, если в начальный момент в реакторе объемом 5 л находилось 2 моль хлора? Запишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**50.** В реактор объемом 5 л для проведения реакции



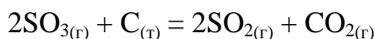
ввели 10 моль кислорода и 2 моль сероуглерода. Во сколько раз по сравнению с первоначальной изменится скорость прямой реакции в тот момент, когда прореагирует 20 % сероуглерода? Сколько к этому моменту образуется оксида углерода и оксида серы?

**51.** Реакция протекает по уравнению



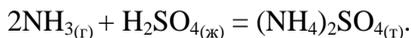
Константа скорости прямой реакции равна 0.03. Начальные концентрации реагентов составляли 2 моль/л. Вычислите скорость прямой реакции и массовую долю прореагировавшего азота в тот момент, когда концентрация оксида азота (I) стала равной 1.2 моль/л. Запишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**52.** Начальная концентрация оксида серы (VI) в реакции



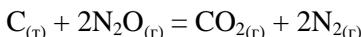
равна 0.2 моль/л. Определите скорость обратной реакции в тот момент, когда в реакционной смеси останется 40 % оксида серы (VI). Константа скорости этой реакции равна 0.8. Напишите выражение закона действующих масс для прямой реакции.

**53.** Аммиак взаимодействует с серной кислотой по уравнению



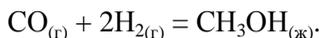
Определите, во сколько раз уменьшится скорость реакции в тот момент, когда в реакционной смеси останется 30 % аммиака, если начальная концентрация его 0.7 моль/л. Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**54.** Начальная концентрация оксида азота (I) в реакции



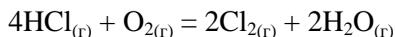
составляла 0.7 моль/л. Константа скорости прямой реакции равна 0.04. Определите скорость прямой реакции в начальный момент времени и в тот момент, когда образуется 0.3 моль/л диоксида углерода. Рассчитайте концентрацию азота в этот момент.

**55.** Образование метилового спирта протекает по уравнению



Начальные концентрации реагентов составляли (моль/л):  $C_0(\text{CO}) = 0.2$ ;  $C_0(\text{H}_2) = 0.35$ . Во сколько раз изменится скорость прямой реакции к моменту времени, когда прореагирует 0.2 моль/л водорода? Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**56.** В гомогенной реакции окисления хлороводорода



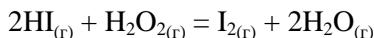
начальные концентрации веществ составляли (моль/л):  $C_0(\text{HCl}) = 0.4$ ;  $C_0(\text{O}_2) = 0.15$ . Определите скорость прямой реакции и массовые доли (%) реагентов, вступивших в реакцию, в тот момент, когда осталось 0.1 моль/л кислорода.

**57.** Константа скорости прямой реакции



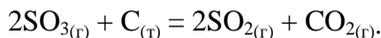
равна 0.06. Начальные концентрации реагентов (моль/л):  $C_0(\text{H}_2\text{O}) = 0.2$ ;  $C_0(\text{CO}_2) = 0.3$ . В результате реакции концентрация воды уменьшилась в 5 раз. Во сколько раз изменится при этом скорость прямой реакции? Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**58.** Во сколько раз изменится скорость прямой реакции



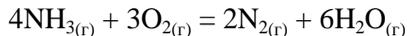
к тому моменту, когда в реакционной смеси останется 10 % иодоводорода, если начальные концентрации реагентов были равны (моль/л):  $C_0(\text{HI}) = 0.35$ ;  $C_0(\text{H}_2\text{O}) = 0.25$ ? Рассчитайте концентрации продуктов в этот момент.

**59.** Реакция протекает по уравнению



Начальная концентрация оксида серы (VI) составляла 0.6 моль/л. Константа скорости прямой реакции равна 0.03, а обратной – 0.02. Определите скорости прямой и обратной реакции в тот момент, когда в системе останется 30 % оксида серы (VI).

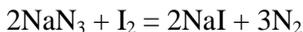
**60.** В реактор объемом 5 л для проведения реакции



ввели 4 моль аммиака и 3 моль кислорода. Рассчитайте начальную скорость прямой реакции ( $k = 0.1$ ) и скорость ее в момент, когда прореагирует 25 % аммиака.

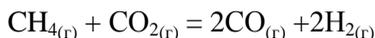
## Расчет начальных концентраций реагентов

61. При протекании в растворе реакции



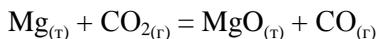
через некоторое время концентрация иодида натрия стала равной 0.3 моль, а концентрация йода 0.2 моль/л. Рассчитайте начальную скорость реакции, если  $C_0(\text{NaN}_3) = 0.4$  моль/л, а константа скорости равна  $2 \cdot 10^{-3}$ . Напишите в общем виде выражение закона действующих масс для обратной реакции.

62. Через некоторое время после начала реакции



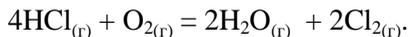
концентрации веществ составляли (моль/л):  $C(\text{CH}_4) = 0.3$ ;  $C(\text{CO}_2) = 0.2$ ;  $C(\text{H}_2) = 0.4$ . Вычислите начальную скорость прямой реакции, если константа скорости ее равна 0.6. Напишите в общем виде выражение для скорости обратной реакции.

63. Через некоторое время от начала реакции



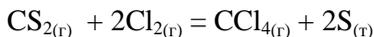
концентрации газов стали равны (моль/л):  $C(\text{CO}_2) = 0.05$ ;  $C(\text{CO}) = 0.2$ . Какова начальная скорость прямой реакции, если константа скорости ее равна 0.05? Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции в общем виде.

64. Реакция выражается уравнением



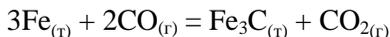
Через некоторое время после начала реакции концентрации участвующих в ней веществ стали равны (моль/л):  $C(\text{HCl}) = 0.85$ ;  $C(\text{O}_2) = 0.44$ ;  $C(\text{Cl}_2) = 0.3$ . Рассчитайте начальную скорость реакции, константа скорости реакции равна 0.021.

**65.** Через некоторое время после начала реакции



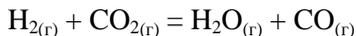
концентрации веществ стали равны  $C(\text{CS}_2) = C(\text{Cl}_2) = C(\text{Cl}_4) = 0.2$  моль/л. Рассчитайте начальные концентрации реагентов и скорость прямой реакции в начальный момент, если константа скорости равна 0.2. Запишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**66.** Через некоторое время после начала реакции



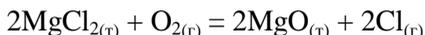
концентрация оксида углерода (II) стала равной 0.22 моль/л, а оксида углерода (IV) – 0.15 моль/л. Во сколько раз изменилась за это время скорость прямой реакции? Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции в общем виде.

**67.** Через некоторое время после начала реакции



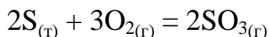
концентрации веществ составляли (моль/л):  $C(\text{H}_2) = 0.03$ ;  $C(\text{CO}_2) = 0.01$ ;  $C(\text{H}_2\text{O}) = 0.04$ . Какова была начальная скорость прямой реакции, если константа скорости ее равна 0.8?

**68.** Через некоторое время от начала реакции



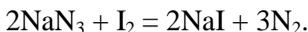
концентрация хлора стала равна 0.2 моль/л, концентрация кислорода – 0.9 моль/л. Какова начальная скорость прямой реакции, если константа скорости ее равна 0.8? Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции.

**69.** Константа скорости реакции



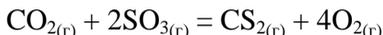
равна 0.06. К некоторому моменту времени концентрация кислорода стала равной 0.3 моль/л, а концентрация оксида серы – 0.15 моль/л. Рассчитайте скорость реакции в начальный момент времени. Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции в общем виде.

**70.** Реакция протекает в растворе объемом 2 л по уравнению



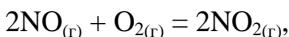
Через некоторое время образовалось 26 г иодида натрия, 1.2 моль  $\text{NaN}_3$  и 0.8 моль  $\text{I}_2$ . Какова начальная скорость прямой реакции, если константа скорости ее  $2 \cdot 10^{-2}$ ?

**71.** Константа скорости прямой реакции



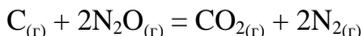
равна 0.2. Через некоторое время от начала реакции в реакционной смеси обнаружено 60 % от первоначального количества углекислого газа, 0.1 моль/л оксида серы (VI) и 0.01 моль/л кислорода. Рассчитайте начальную скорость прямой реакции. Чему равна концентрация сероуглерода в указанный момент?

**72.** Реакция протекает по уравнению



константа скорости прямой реакции равна 0.65. Определите скорость прямой реакции в начальный момент, если известно, что по прошествии некоторого времени в реакционной смеси осталось 0.3 моль/л оксида азота (II), 0.5 моль/л кислорода и образовалось 0.4 моль/л оксида азота (IV).

**73.** Константа скорости реакции



равна  $3 \cdot 10^{-4}$ . К моменту времени, когда образовалось 0.2 моль/л углекислого газа, прореагировало 6 % оксида азота (I). Рассчитайте начальную скорость реакции.

**74.** Через некоторое время после начала реакции



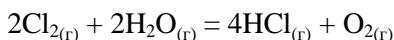
в реакторе объемом 3 л осталось 15.3 г перекиси водорода и образовалось 5.4 г воды. Определите начальную скорость реакции, если константа скорости ее равна 0.385.

**75.** Через некоторое время протекания реакции



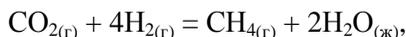
концентрация метана стала равной 0.2 моль/л, а концентрация водорода – 0.6 моль/л. Рассчитайте, во сколько раз изменилась скорость прямой реакции в это время по сравнению с начальной. Напишите закон действующих масс в общем виде для обратной реакции.

**76.** Константа скорости реакции



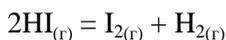
равна  $1.21 \cdot 10^{-3}$ . К некоторому моменту времени прореагировало 40 % хлора, осталось 0.5 моль/л воды и образовалось 0.2 моль/л соляной кислоты. Рассчитайте концентрацию кислорода в этот момент, а также начальную скорость реакции. Напишите выражение скорости обратной реакции в общем виде.

**77.** Рассчитайте начальную скорость реакции



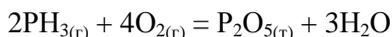
константа скорости которой равна 0.01. Известно, что к некоторому моменту времени прореагировало 80 % водорода, концентрация углекислого газа уменьшилась вдвое, и образовалось 0.2 моль/л метана. Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции в общем виде.

**78.** Константа скорости реакции



при некоторой температуре равна  $8.96 \cdot 10^{-5}$ . По истечении некоторого времени в реакционном сосуде объемом 4 л обнаружено 102.4 г йодоводорода и 101.6 г  $\text{I}_2$ . Рассчитайте начальную скорость процесса.

**79.** Через некоторое время после начала горения фосфина



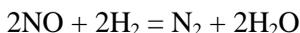
концентрации участвующих в реакции веществ стали равны (моль/л):  $C(\text{PH}_3) = 0.8$ ;  $C(\text{O}_2) = 0.5$ ;  $C(\text{H}_2\text{O}) = 0.3$ . Рассчитайте начальную скорость прямой реакции, если константа скорости ее равна 0.001. Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции в общем виде.

**80.** Константа скорости разложения азотного ангидрида



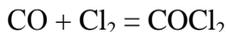
равна  $2.03 \cdot 10^{-3}$ . В результате реакции через некоторое время прореагировало 25 % азотного ангидрида и образовалось 0.2 моль/л кислорода. Рассчитайте начальную скорость реакции разложения. Определите концентрацию оксида азота (IV) в этот момент. Напишите выражение скорости обратной реакции в общем виде.

**81.** Через некоторое время после начала гомогенной реакции



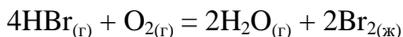
установились концентрации участвующих в ней веществ (моль/л):  $C(\text{NO}) = 0.05$ ;  $C(\text{H}_2) = 0.1$ ;  $C(\text{N}_2) = 0.08$ . Рассчитайте начальную скорость реакции, если  $k = 0.4$ , и установившуюся концентрацию воды.

**82.** Окись углерода и хлор помещены в закрытый сосуд. В результате реакции



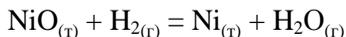
к некоторому моменту времени прореагировало 50 % оксида углерода, 30 % хлора и образовалось 0.15 моль/л фосгена. Рассчитайте начальную скорость реакции, если константа скорости ее равна 0.01.

**83.** В результате окисления бромоводорода по уравнению



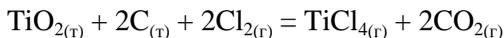
в реакторе к некоторому моменту времени установились концентрации веществ (моль/л):  $C(\text{HBr}) = 0.2$ ;  $C(\text{O}_2) = 0.1$ ;  $C(\text{H}_2\text{O}) = 0.08$ . Рассчитайте начальную скорость прямой реакции ( $k = 0.02$ ). Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции в общем виде.

**84.** Рассчитайте начальную скорость реакции ( $k = 0.001$ )



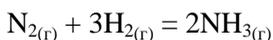
и массовую долю прореагировавшего водорода, если известно, что к некоторому моменту концентрации газообразных веществ стали равны (моль/л):  $C(\text{H}_2) = 0.8$ ;  $C(\text{H}_2\text{O}) = 0.6$ . Напишите кинетическое уравнение обратной реакции в общем виде.

**85.** К некоторому моменту времени в результате реакции



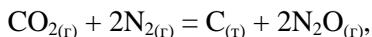
в закрытом сосуде объемом 5 л образовалось 113.94 г хлорида титана и осталось 0.2 моль/л хлора. Рассчитайте начальную скорость прямой реакции ( $k = 0.03$ ). Напишите закон действующих масс для обратной реакции в общем виде.

**86.** В результате реакции



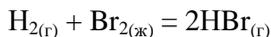
к некоторому моменту времени в закрытом сосуде осталось 5.4 моль/л водорода, прореагировало 10 % азота и образовалось 0.4 моль/л аммиака. Рассчитайте начальную скорость прямой реакции, если константа скорости равна 0.01.

**87.** Определите начальную скорость прямой реакции



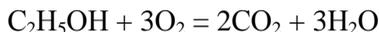
если константа скорости ее равна 0.074. Известно, что к моменту образования 0.15 моль/л закиси азота прореагировало 30 % азота и 20 % углекислого газа. Напишите выражение закона действующих масс для обратной реакции в общем виде.

**88.** Константа скорости прямой реакции



равна 0.04. К моменту образования 0.4 моль/л HBr в реакционном сосуде осталось водорода в три раза больше, чем прореагировало. Рассчитайте начальную скорость прямой реакции.

**89.** Константа скорости прямой газофазной реакции



равна 0.04. Через некоторое время от начала реакции установились следующие концентрации веществ (моль/л):  $C(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0.15$ ;  $C(\text{O}_2) = 0.3$ ;  $C(\text{CO}_2) = 0.4$ . Рассчитайте начальную скорость прямой реакции.

**90.** В результате протекания реакции



к некоторому моменту времени установились концентрации (моль/л):  $C(\text{NH}_3) = 0.5$ ,  $C(\text{H}_2\text{O}) = 0.2$ . Известно, что воды прореагировало в 2 раза больше, чем осталось в реакционной смеси. Рассчитайте начальную скорость прямой реакции, если константа ее скорости равна 0.03. Напишите в общем виде выражение закона действующих масс для обратной реакции.

### **Зависимость скорости реакции от температуры**

**91.** На сколько градусов надо повысить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 80 раз. Температурный коэффициент реакции равен 3.

**92.** При повышении температуры на 20 °C скорость реакции возросла в 9 раз. Рассчитайте температурный коэффициент реакции и определите, во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры на 100 °C.

- 93.** При какой температуре реакция закончится за 45 мин, если при 293 К на это требуется 3 ч? Температурный коэффициент скорости реакции равен 3.
- 94.** При температуре 200 °С реакция заканчивается за 10 мин. Через какое время эта реакция закончится при 150 °С, если температурный коэффициент скорости реакции равен 3?
- 95.** Две реакции при температуре 283 К протекают с одинаковой скоростью. Температурный коэффициент скорости первой реакции равен 2, а второй – 3. Как будут относиться скорости реакций, если первую провести при 350 К, а вторую – при 330 К?
- 96.** Температурный коэффициент реакции равен 2.5. На сколько градусов была повышена температура, если скорость реакции возросла в 50 раз?
- 97.** При повышении температуры от 20 до 50 °С скорость реакции возросла в 9 раз. Рассчитайте температурный коэффициент реакции. Во сколько раз уменьшится скорость реакции при понижении температуры на 20 °С?
- 98.** Температурный коэффициент реакции равен 2. При температуре 30 °С реакция закончится за 2 ч. При какой температуре она закончится за 25 мин?
- 99.** Вычислите сколько времени потребуется для окончания реакции при  $T = 60$  °С, если при 30 °С она заканчивается за 30 мин. Температурный коэффициент реакции равен 2.5.
- 100.** При температуре 0 °С две реакции протекают с одинаковой скоростью. Температурный коэффициент скорости первой реакции равен 2.5, а второй – 3.2. Рассчитайте отношение скоростей этих реакций при 100 °С.

- 101.** На сколько градусов была повышена температура реакции, если скорость ее выросла в 35 раз? Температурный коэффициент реакции равен 2.7.
- 102.** Найдите температурный коэффициент скорости реакции разложения муравьиной кислоты, если константа скорости этой реакции при 413 К равна  $5.5 \cdot 10^{-4}$ , а при 458 К –  $9.2 \cdot 10^{-3}$ . Чему равна константа скорости реакции при 500 К?
- 103.** При какой температуре реакция закончится за 60 мин, если при температуре 30 °С она закончится за 20 мин. Температурный коэффициент реакции равен 2.5.
- 104.** При температуре 20 °С реакция заканчивается за 20 мин. За какое время она закончится при температуре 70 °С, если температурный коэффициент реакции равен 2?
- 105.** Температурные коэффициенты двух реакций равны соответственно 2.8 и 3.1. Рассчитайте отношение скоростей реакций при  $T = 322$  К, если при  $T = 311$  К скорости этих реакций равны.
- 106.** На сколько градусов надо повысить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 90 раз? Температурный коэффициент реакции равен 3.2.
- 107.** Константа скорости некоторой реакции при температуре 20 °С равна 0.03, а при 50 °С – 0.4. Рассчитайте константу ее скорости при 30 °С.
- 108.** Температурный коэффициент реакции равен 3.1, при температуре 80 °С она заканчивается за 80 мин. При какой температуре реакция закончится за 40 мин?

**109.** При температуре  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  на окончание реакции требуется 3 ч. За какое время закончится реакция при температуре  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если температурный коэффициент реакции равен 3.

**110.** Рассчитайте отношение скоростей двух реакций, температурные коэффициенты которых равны соответственно 2.4 и 3, при температуре 360 К. Скорости реакций равны при температуре 343 К.

**111.** Скорость реакции при повышении температуры выросла в 100 раз, температурный коэффициент реакции равен 2.4. На сколько градусов была повышена температура реакции?

**112.** Константа скорости разложения паров уксусного альдегида при  $T = 460\text{ }^{\circ}\text{C}$  равна 0.035, а при  $T = 518\text{ }^{\circ}\text{C}$  соответственно – 0.343. Рассчитайте константу скорости реакции при  $T = 486\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**113.** При какой температуре некоторая реакция закончится за 40 мин, если при температуре  $28.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  она заканчивается за 8 мин? Температурный коэффициент реакции равен 2.2.

**114.** За какое время закончится реакция при температуре 293 К, если при температуре 323 К на это требуется 30 мин. Температурный коэффициент реакции равен 3.5.

**115.** Скорости двух реакций при температуре  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  равны. Как будут относиться скорости этих реакций при температуре  $68.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если температурные коэффициенты реакций равны 2.1 и 3.1.

**116.** Температурный коэффициент реакции равен 3.6. На сколько градусов надо повысить температуру, чтобы скорость реакции выросла в 75 раз?

**117.** При температуре  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  константы скорости некоторой реакции равны соответственно  $0.0093$  и  $0.0342$ . Рассчитайте температурный коэффициент реакции и значение константы скорости реакции при температуре  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**118.** При температуре  $32.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  реакция заканчивается за  $190$  мин. При какой температуре она закончится за  $35$  мин? Температурный коэффициент реакции равен  $2.7$ .

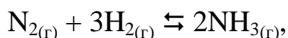
**119.** За какое время реакция закончится при температуре  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если при температуре  $25.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  на это требуется  $23$  мин? Температурный коэффициент реакции равен  $2.2$ .

**120.** Скорости двух реакций при  $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  равны. Рассчитайте отношение скоростей реакций при  $T = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если температурные коэффициенты реакций равны  $2.6$  и  $2.9$ .

## ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

### Расчет константы равновесия

**121.** Рассчитайте константу равновесия  $K_c$  гомогенной реакции



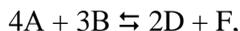
если  $n_0(\text{N}_2) = 4.06$  моль;  $n_0(\text{H}_2) = 12.28$  моль, а к моменту наступления равновесия прореагировало 10 % начального количества азота. Объем реактора равен 2.35 л.

**122.** Вычислите константу равновесия гомогенной реакции



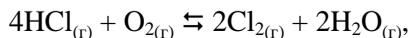
протекающей в закрытом сосуде при постоянной температуре,  $C_0(\text{SO}_2) = 0.08$  моль/л;  $C_0(\text{O}_2) = 0.06$  моль/л. К моменту наступления равновесия в смеси остается 20 % первоначального количества  $\text{SO}_2$ .

**123.** Гомогенная реакция протекает по уравнению



$C_0(\text{A}) = 2.0$  моль/л;  $C_0(\text{B}) = 1.5$  моль/л. Равновесие в системе наступает, когда образуется 0.3 моль/л вещества F. Вычислите константу равновесия  $K_c$ .

**124.** Рассчитайте  $K_c$  реакции

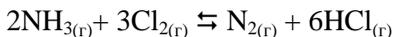


если  $C_0(\text{HCl}) = 0.6$  моль/л;  $C_0(\text{O}_2) = 0.3$  моль/л, а к моменту равновесия в реакционной смеси осталось 0.2 моль/л HCl.

**125.** Рассчитайте  $K_c$  реакции



если равновесие установилось, когда прореагировало 60 %  $\text{CO}_2$ , а  $C_0(\text{CO}_2) = 6$  моль/л;  $C_0(\text{NH}_3) = 8$  моль/л.

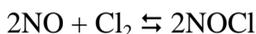
**126. Равновесие в реакции**

установилось в момент, когда в реакционной смеси образовалось 6 моль/л HCl. Рассчитайте  $K_c$ , если  $C_0(\text{NH}_3) = 3$  моль/л;  $C_0(\text{Cl}_2) = 5$  моль/л.

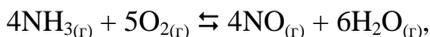
**127.** При некоторой температуре из 1 моль  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ , находящегося в закрытом сосуде емкостью 20 л, разлагается 0.5 моль по реакции



Определите константу равновесия  $K_c$  при этой температуре.

**128. Исходные концентрации NO и  $\text{Cl}_2$  в гомогенной системе**

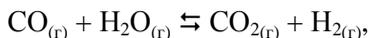
равны соответственно 0.5 и 0.2 моль/л. Вычислите константу равновесия  $K_c$ , если к моменту наступления равновесия прореагировало 35 % хлора.

**129. Рассчитайте  $K_c$  реакции**

если равновесие установилось, когда концентрация  $\text{NH}_3$  в реакторе уменьшилась на 2 моль/л;  $C_0(\text{NH}_3) = 6$  моль/л;  $C_0(\text{O}_2) = 8$  моль/л.

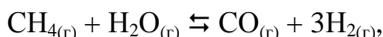
**130. В замкнутом сосуде протекает гомогенная реакция**

$C_0(\text{PCl}_5) = 2.4$  моль/л. Равновесие установилось после того, как 33.3 %  $\text{PCl}_5$  прореагировало. Вычислите константу равновесия  $K_c$ .

**131. В гомогенной системе**

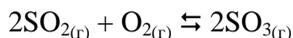
если  $C_0(\text{CO}) = 0.08$  моль/л;  $C_0(\text{H}_2\text{O}) = 0.08$  моль/л. Вычислите константу равновесия реакции  $K_c$ , если  $[\text{CO}_2] = 0.05$  моль/л.

**132.** Определите  $K_c$  реакции



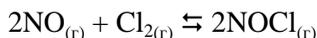
если  $C_0(\text{CH}_4) = 0.05$  моль/л;  $C_0(\text{H}_2\text{O}) = 0.06$  моль/л, а к моменту равновесия прореагировало 80 % метана.

**133.** В реактор объемом 11.42 л для проведения реакции



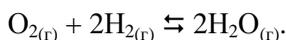
введены 2.43 моль  $\text{SO}_2$  и 2.47 моль кислорода. При некоторой температуре к моменту наступления равновесия количество  $\text{SO}_2$  уменьшилось на 1.85 моль. Вычислите  $K_c$ .

**134.** К моменту установления равновесия



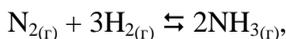
в реакторе объемом 14.5 л образовалось 1.3 моль  $\text{NOCl}$ . Рассчитайте  $K_c$ , если первоначально в реактор были введены 4.68 моль  $\text{NO}$  и 2.34 моль  $\text{Cl}_2$ .

**135.** Реакция протекает по уравнению



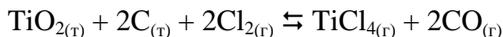
$C_0(\text{O}_2) = 0.3$  моль/л;  $C_0(\text{H}_2) = 0.5$  моль/л. Равновесие устанавливается, когда концентрация  $\text{O}_2$  уменьшается на 0.1 моль/л. Вычислите константу равновесия  $K_c$ .

**136.** Рассчитайте константу равновесия  $K_c$  гомогенной реакции



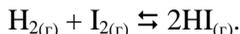
если в реактор объемом 10 л введено 0.5 моль азота и 5.2 моль водорода, а к моменту наступления равновесия образовалось 0.4 моль аммиака.

**137.** Для реакции



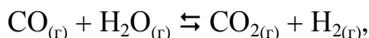
рассчитайте  $K_c$ , если  $C_0(\text{Cl}_2) = 5$  моль/л и к моменту равновесия прореагировало 20 % хлора.

**138.** Если 127 г йода и 1 г водорода нагреть до температуры 400 °С, то равновесная гомогенная смесь



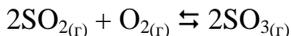
содержит 12.7 г йода. Объем реактора 1 л. Вычислите  $K_c$ .

**139.** Вычислите константу равновесия гомогенной реакции



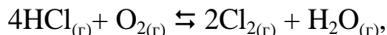
если  $C_0(\text{CO}) = 0.01$  моль/л;  $C_0(\text{H}_2\text{O}) = 0.02$  моль/л;  $C_0(\text{H}_2) = 0.01$  моль/л;  $C_0(\text{CO}_2) = 0.01$  моль/л. Концентрация  $\text{CO}$  в состоянии равновесия равна 0.007 моль/л.

**140.** В закрытом сосуде, объем которого 1 л, смешали 0.08 моль  $\text{SO}_2$  и 0.06 моль  $\text{O}_2$ . К моменту наступления равновесия



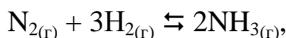
в смеси осталось 20 % первоначального количества  $\text{SO}_2$ . Рассчитайте  $K_c$  реакции.

**141.** Определите константу равновесия  $K_c$  гомогенной реакции



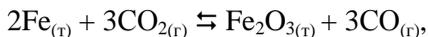
если  $n_0(\text{HCl}) = 2.4$  моль;  $n_0(\text{O}_2) = 1.2$  моль, а к моменту наступления равновесия осталось непрореагировавшим 0.8 моль  $\text{HCl}$ . Объем реактора 4 л.

**142.** Рассчитайте  $K_c$  реакции



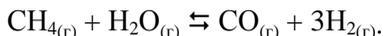
если в реакторе объемом 4.7 л смешали 227.36 г  $\text{N}_2$  и 49.12 г  $\text{H}_2$ , а к моменту равновесия прореагировало 20 % азота.

**143.** Рассчитайте  $K_c$  реакции



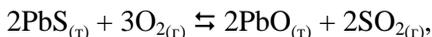
если равновесие наступило, когда в реакторе осталось 0.1 моль/л  $\text{CO}_2$ , а  $C_0(\text{CO}_2) = 1$  моль/л.

**144.** В реакторе объемом 0.5 л протекает гомогенная реакция



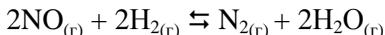
Определите константу равновесия  $K_c$ , если  $n_0(\text{CH}_4) = 0.05$  моль;  $n_0(\text{H}_2\text{O}) = 0.04$  моль, а к моменту наступления равновесия прореагировало 30 % начального количества метана.

**145.** Рассчитайте  $K_c$  реакции



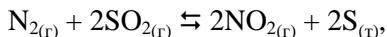
если  $C_0(\text{O}_2) = 7.4$  моль/л, а равновесие установилось, когда образовалось 0.6 моль/л  $\text{SO}_2$ .

**146.** В закрытом реакторе объемом 5 л смешали 3.5 моль оксида азота (II) и 2.5 моль водорода. К моменту наступления равновесия



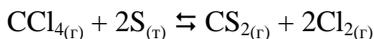
в смеси осталось 0.5 моль водорода. Рассчитайте  $K_c$ .

**147.** Вычислите константу равновесия реакции



если  $C_0(\text{N}_2) = 0.8$  моль/л;  $C_0(\text{SO}_2) = 1.4$  моль/л, а равновесие наступило, когда образовалось 0.6 моль/л оксида азота (IV).

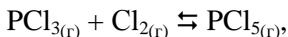
**148.** Равновесие в системе



наступило, когда в реакторе осталось 0.2 моль/л  $\text{CCl}_4$ ,  $C_0(\text{CCl}_4) = 0.8$  моль/л. Рассчитайте константу равновесия реакции  $K_c$ .

**149.** При разложении хлора  $\text{Cl}_{2(\text{r})} \rightleftharpoons 2\text{Cl}_{(\text{r})}$  равновесие установилось, когда разложилось 11.5 %  $\text{Cl}_2$ , а  $C_0(\text{Cl}_2) = 0.05$  моль/л. Рассчитайте  $K_c$  реакции.

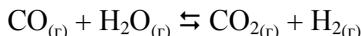
**150.** Вычислите константу равновесия гомогенной реакции



если начальные концентрации (моль/л):  $C_0(\text{PCl}_3) = 0.3$ ;  $C_0(\text{Cl}_2) = 5$ ; равновесная концентрация  $\text{PCl}_5$  равна 0.2 моль/л.

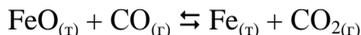
### Расчеты равновесных концентраций с использованием $K_c$

**151.** Константа равновесия  $K_c$  гомогенной реакции



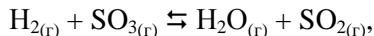
при температуре 850 °С равна 1. Вычислите равновесные концентрации всех веществ и массовую долю прореагировавшей воды, если  $C_0(\text{CO}) = 3$  моль/л;  $C_0(\text{H}_2\text{O}) = 2$  моль/л.

**152.** Константа равновесия реакции  $K_c$



равна 0.5. Чему равна равновесная концентрация  $\text{CO}_2$ , если  $C_0(\text{CO}) = 0.05$  моль/л;  $C_0(\text{CO}_2) = 0.01$  моль/л? Рассчитайте массовую долю прореагировавшего оксида углерода (II).

**153.** Рассчитайте равновесные концентрации участвующих в реакции веществ



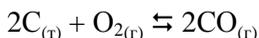
если  $K_c = 1.36$ ;  $C_0(\text{H}_2) = 0.65$  моль/л;  $C_0(\text{SO}_3) = 0.5$  моль/л. Чему равна массовая доля прореагировавшего водорода?

**154.** Для реакции



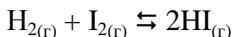
$K_c = 15.89$ ;  $C_0(\text{CO}) = 3.21$  моль/л. Рассчитайте равновесные концентрации газообразных веществ и массовую долю прореагировавшего  $\text{CO}$ .

**155.** Для реакции



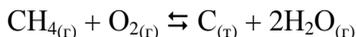
$K_c = 0.31$ ;  $C_0(\text{O}_2) = 0.54$  моль/л. Вычислите равновесные концентрации газообразных веществ и массовую долю прореагировавшего кислорода.

**156.** Константа равновесия  $K_c$  гомогенной реакции



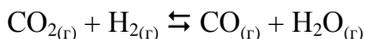
равна 4. Рассчитайте равновесную концентрацию  $\text{HI}$  и массовую долю прореагировавшего водорода, если  $C_0(\text{H}_2) = 0.03$  моль/л;  $C_0(\text{I}_2) = 0.01$  моль/л.

**157.** Для реакции



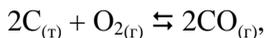
$K_c = 1$ . Вычислите равновесные концентрации участвующих в реакции веществ и массовую долю прореагировавшего метана, если  $C_0(\text{CH}_4) = C_0(\text{O}_2) = 0.1$  моль/л.

**158.** Для гомогенной реакции



$K_c = 1$ . Сколько процентов  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$  прореагирует к моменту равновесия, если смешали 1 моль  $\text{CO}_2$  и 5 моль  $\text{H}_2$ ? Рассчитайте равновесные концентрации участвующих в реакции веществ. Объем реактора 4 л.

**159.** Какой объем CO (н.у.) образовался к моменту наступления равновесия



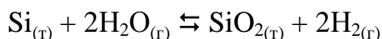
если  $K_c = 0.31$ ;  $C_0(O_2) = 0.54$  моль/л, а объем реактора равен 5 л?

**160.** В сосуде объемом 5 л 1 моль  $PCl_5$  нагрет до  $273^\circ C$



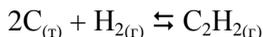
$K_c = 0.04$ . Вычислите равновесные концентрации участвующих в реакции веществ и процент разложившегося  $PCl_5$ .

**161.** Для реакции



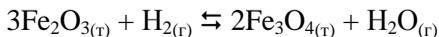
$K_c = 0.8$ . Рассчитайте равновесные концентрации газообразных веществ и массу образовавшегося к моменту равновесия  $SiO_2$ , если  $C_0(H_2O) = 5$  моль/л. Объем реактора, в котором происходит реакция, равен 1 л.

**162.** Для реакции



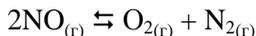
$K_c = 0.72$ ;  $C_0(H_2) = 1.53$  моль/л. Рассчитайте равновесные концентрации газообразных веществ и массу прореагировавшего углерода к моменту равновесия. Объем реактора 8 л.

**163.** Для реакции



$K_c = 7.47$ ;  $C_0(H_2) = 1.44$  моль/л. Рассчитайте равновесные концентрации газообразных веществ и объем прореагировавшего к моменту равновесия водорода (н.у.). Объем реактора 6 л.

**164.** В закрытом реакторе при некоторой температуре установилось равновесие



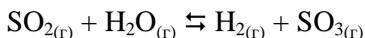
$K_c = 0.29$ . Рассчитайте равновесные концентрации всех веществ и процент разложившегося оксида азота, если  $C_0(\text{NO}) = 0.27$  моль/л.

**165.** Для реакции



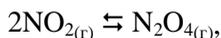
$K_c = 0.016$ . Определите равновесные концентрации веществ, если известно, что вначале в сосуд объемом 10 л было помещено 5 моль HI. Какой объем HI (н.у.) разложился к моменту равновесия?

**166.** Для гомогенной реакции



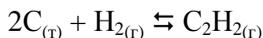
$K_c = 1.56$ . Сколько моль  $\text{H}_2\text{O}_{(r)}$  было введено в реактор объемом 5 л, если к моменту равновесия 60 % оксида серы (IV) было окислено до оксида серы (VI),  $C_0(\text{SO}_2) = 0.6$  моль/л? Рассчитайте равновесные концентрации водорода и оксида серы (VI).

**167.** При некоторой температуре протекает гомогенная реакция



$K_c = 0.32$ . Рассчитайте равновесные концентрации веществ, если  $n_0(\text{NO}_2) = 1.15$  моль, объем реактора 5.75 л. Сколько процентов  $\text{NO}_2$  осталось в реакторе в момент равновесия?

**168.** Для гетерогенной реакции



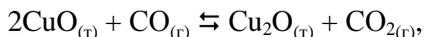
$K_c = 0.7$ ;  $C_0(\text{H}_2) = 1.4$  моль/л. Рассчитайте равновесные концентрации газообразных веществ и массу прореагировавшего углерода. Объем реактора 0.9 л.

**169.** При температуре 713 К для реакции



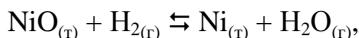
$K_c = 0.016$ . Найдите равновесные количества всех веществ и массовую долю прореагировавшего HI, если первоначально было взято 2 моль HI. Объем сосуда, в котором происходит реакция, равен 5 л.

**170.** Определите объем образовавшегося к моменту равновесия  $\text{CO}_2$  (н.у.) в реакции



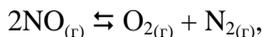
если  $K_c = 15.89$ ;  $C_0(\text{CO}) = 3.21$  моль/л. Объем реактора составляет 3 л.

**171.** В сосуде емкостью 5 л, содержащем NiO и 11.9 г водорода, установилось равновесие



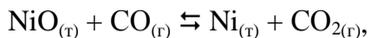
$K_c = 5.61$ . Рассчитайте равновесные концентрации газообразных веществ и массу образовавшегося к моменту равновесия никеля.

**172.** Определите объем (н.у.) разложившегося к моменту равновесия NO



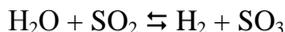
если  $K_c = 0.44$ ;  $n_0(\text{NO}) = 1.0$  моль. Объем реактора 4 л.

**173.** Какая масса оксида никеля восстановилась к моменту наступления равновесия



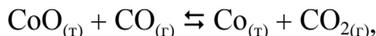
если  $K_c = 16.09$ ;  $C_0(\text{CO}) = 1.88$  моль/л. Объем реактора 2 л.

**174.** Для гомогенной реакции



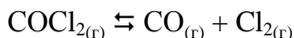
$K_c = 1.56$ ;  $C_0(\text{H}_2\text{O}) = C_0(\text{SO}_2) = 0.45$  моль/л. Рассчитайте равновесные концентрации всех веществ.

**175.** Рассчитайте массу образовавшегося к моменту равновесия кобальта



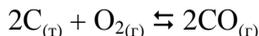
если  $K_c = 18.67$ ;  $C_0(\text{CO}) = 1.77$  моль/л. Объем реактора 5 л.

**176.** Для реакции разложения фосгена



$K_c = 1.23$ . Рассчитайте равновесные концентрации всех веществ и объем (н.у.) разложившегося фосгена к моменту равновесия, если  $C_0(\text{COCl}_2) = 0.236$  моль/л. Объем реактора 5 л.

**177.** Реакция протекает по уравнению



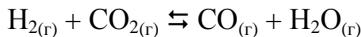
$K_c = 4$ ;  $C_0(\text{O}_2) = 4$  моль/л. Вычислите равновесные концентрации веществ и массовую долю прореагировавшего кислорода.

**178.** Для гомогенной реакции



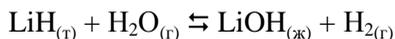
$K_c = 0.3$ ;  $C_0(\text{HCl}) = 0.5$  моль/л. Рассчитайте равновесные концентрации веществ. Определите объем (н.у.) прореагировавшего хлороводорода. Объем реактора 4 л.

**179.** Для гомогенной реакции



$K_c = 3$ ;  $C_0(\text{CO}_2) = 1$  моль/л. Сколько моль  $\text{H}_2$  надо ввести в реактор объемом 3 л, чтобы к моменту равновесия 40 %  $\text{CO}_2$  восстановилось до  $\text{CO}$ ? Рассчитайте равновесные концентрации веществ.

**180.** Рассчитайте равновесные концентрации газообразных веществ в реакции и массу прореагировавшего  $\text{LiH}_{(r)}$

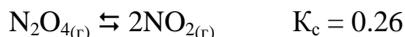


если  $K_c = 2.21$ ;  $C_0(\text{H}_2\text{O}) = 0.75$  моль/л. Объем реактора 10 л.

## СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

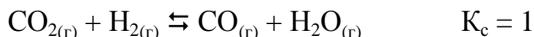
### Влияние изменения параметров системы на смещение химического равновесия

**181.** При равновесии



в закрытом сосуде объемом 2 л образовалось 25.76 г  $\text{NO}_2$ . Рассчитайте исходную концентрацию  $\text{N}_2\text{O}_4$ . В каком направлении сместится равновесие реакции при понижении давления в системе в 4 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**182.** При температуре 650 °С равновесные концентрации в системе



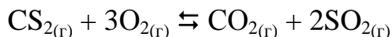
равны (моль/л):  $[\text{CO}_2] = 1.2$ ;  $[\text{H}_2] = 0.1$ . Рассчитайте исходные концентрации реагентов. Как будет влиять на равновесие уменьшение объема системы в 4 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**183.** Константа равновесия реакции



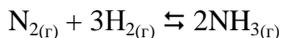
равна 1. Равновесная концентрация кислорода 0.4 моль/л. Определите исходную концентрацию и массовую долю прореагировавшего кислорода. В каком направлении сместится равновесие при повышении температуры на 100 °С, если  $\bar{\gamma} = 3.2$ , а  $\bar{\gamma} = 2.5$ ? Ответ подтвердите расчетом.

**184.** В реакторе объемом 5 л в момент установления равновесия



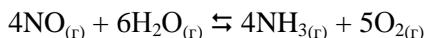
обнаружено 38.0 г  $\text{CS}_2$ , 9.6 г  $\text{O}_2$  и 26.4 г  $\text{CO}_2$ . Рассчитайте константу равновесия  $K_c$  и исходные концентрации реагентов. В каком направлении сместится равновесие при повышении давления в системе в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**185.** При синтезе аммиака



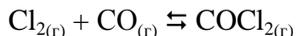
при некоторой температуре установились равновесные концентрации (моль/л):  $[\text{N}_2] = 0.1$ ;  $[\text{H}_2] = 0.2$ ;  $[\text{NH}_3] = 0.8$ . Рассчитайте константу равновесия  $K_c$  и исходные концентрации реагентов. В каком направлении сместится равновесие при увеличении объема системы в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**186.** Химическое равновесие реакции



установилось при концентрациях (моль/л):  $[\text{NO}] = 0.2$ ;  $[\text{H}_2\text{O}] = 0.1$ ;  $[\text{NH}_3] = 0.4$ . Рассчитайте константу равновесия  $K_c$  и исходные концентрации реагентов. В каком направлении сместится равновесие, если концентрации всех веществ увеличить в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**187.** При синтезе фосгена равновесие реакции



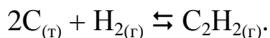
установилось при концентрациях (моль/л):  $[\text{Cl}_2] = 2.5$ ;  $[\text{CO}] = 1.8$ ;  $[\text{COCl}_2] = 3.2$ . Рассчитайте константу равновесия  $K_c$  и исходные концентрации реагентов. В каком направлении сместится равновесие при уменьшении давления в системе в 3 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**188.** В закрытом сосуде при некоторой температуре равновесие реакции



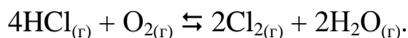
установилось при концентрациях (моль/л):  $[\text{NO}_2] = 0.3$ ;  $[\text{NO}] = 1.2$ . Вычислите константу равновесия  $K_c$  и исходную концентрацию  $\text{NO}_2$ . В каком направлении сместится равновесие при уменьшении объема системы в 3 раза? Подтвердите расчетом.

**189.** При некоторой температуре протекает реакция



Рассчитайте константу равновесия  $K_c$  и начальную концентрацию водорода, если в состоянии равновесия количества веществ составили 0.5 и 1.5 моль для водорода и ацетилена соответственно, а объем реактора равен 2 л. Увеличится ли выход ацетилена при повышении температуры на 40 °С, если  $\bar{\gamma} = 2.8$ , а  $\bar{\gamma} = 2.0$ ? Ответ подтвердите расчетом.

**190.** При некоторой температуре протекает реакция



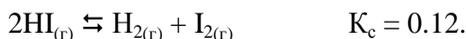
Равновесие достигнуто при концентрациях (моль/л):  $[\text{HCl}] = 1.0$ ;  $[\text{O}_2] = 0.2$ ;  $[\text{Cl}_2] = 1.2$ . Рассчитайте исходные концентрации реагентов и константу равновесия  $K_c$ . В каком направлении сместится равновесие системы при увеличении давления в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**191.** При некоторой температуре состояние равновесия реакции



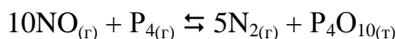
установилось при концентрациях (моль/л):  $[\text{C}_2\text{H}_6] = 0.6$ ;  $[\text{H}_2] = 1.2$ . Вычислите исходную концентрацию и массовую долю прореагировавшего  $\text{C}_2\text{H}_6$ . Как изменится выход продуктов реакции (увеличится, уменьшится) при увеличении объема системы в 3 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**192.** В реакторе объемом 1.5 л протекает реакция



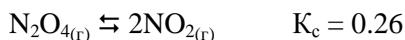
При достижении равновесия в системе обнаружено 0.6 г  $\text{H}_2$ . Рассчитайте исходную концентрацию  $\text{HI}$ . Сколько процентов  $\text{HI}$  подверглось превращению? В каком направлении сместится равновесие при одновременном уменьшении концентрации водорода и йодоводорода в 3 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**193.** При некоторой температуре равновесие в системе



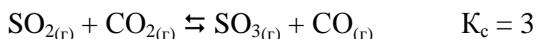
установилось при следующих концентрациях (моль/л):  $[\text{NO}] = 0.8$ ;  $[\text{P}_4] = 1.1$ ;  $[\text{N}_2] = 2.0$ . Рассчитайте константу равновесия  $K_c$  и исходные концентрации реагентов. В каком направлении сместится равновесие при уменьшении давления в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**194.** К моменту равновесия



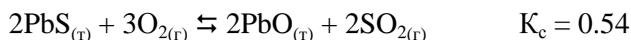
в закрытом сосуде объемом 3 л образовалось 0.8 моль  $\text{NO}_2$ . Рассчитайте массовую долю прореагировавшего к моменту равновесия  $\text{N}_2\text{O}_4$ . Увеличится или уменьшится выход продукта реакции при уменьшении объема системы в 3 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**195.** В равновесной системе



обнаружено по 3.99 моль  $\text{SO}_2$  и  $\text{CO}_2$ ; 6 моль  $\text{SO}_3$ . Рассчитайте исходные концентрации реагентов, если объем реактора 3 л. Сколько процентов  $\text{SO}_2$  подверглось превращению к моменту наступления равновесия? Как повлияет на смещение равновесия данной реакции повышение температуры на  $50^\circ\text{C}$ , если  $\bar{\gamma} = 3.1$ , а  $\bar{\gamma} = 2.3$ ? Ответ подтвердите расчетом.

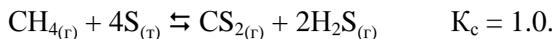
**196.** При некоторой температуре состояние равновесия реакции



установилось при концентрации диоксида серы, равной 1.35 моль/л. Определите исходную концентрацию кислорода

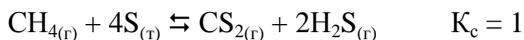
и массовую долю прореагировавшего кислорода. Увеличится или уменьшится равновесная концентрация  $\text{SO}_2$  при увеличении давления в системе в 2 раза? Почему?

**197.** Реакция протекает по уравнению



Рассчитайте исходную концентрацию метана, если при достижении равновесия в реакторе объемом 2 л находилось 30.4 г сероуглерода. Сколько граммов серы прореагировало к моменту равновесия? В каком направлении сместится равновесие при увеличении объема системы в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**198.** При некоторой температуре в системе



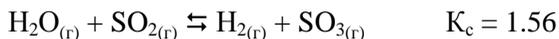
равновесная концентрация  $\text{H}_2\text{S}$  составила 0.2 моль/л. Определите исходную концентрацию и массовую долю прореагировавшего  $\text{CH}_4$ . В каком направлении сместится равновесие системы при одновременном уменьшении концентрации сероводорода и метана в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**199.** В реакторе объемом 5 л при некоторой температуре установилось равновесие



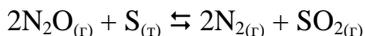
когда количество вещества хлора было равно 0.9 моль. Рассчитайте исходную концентрацию и массовую долю прореагировавшего хлора. Увеличится или уменьшится равновесная концентрация четыреххлористого углерода, если уменьшить общее давление в системе в 3 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**200.** При некоторой температуре при равновесии в системе объемом 3.6 л



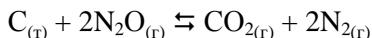
обнаружено 6.1 г  $\text{H}_2$ ; 9.8 г  $\text{SO}_2$ . Рассчитайте исходные концентрации воды и  $\text{SO}_2$ . В каком направлении сместится равновесие при уменьшении температуры на 30 °С, если  $\bar{\gamma} = 3$ , а  $\bar{\gamma} = 2$ ? Ответ подтвердите расчетом.

**201.** Константа равновесия реакции



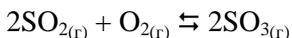
равна 2.5. Равновесная концентрация азота  $[\text{N}_2] = 1.2$  моль/л. Рассчитайте исходную концентрацию и массовую долю прореагировавшего к моменту наступления равновесия оксида азота. В каком направлении сместится равновесие реакции при повышении давления в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**202.** При некоторой температуре состояние равновесия реакции



установилось при следующих концентрациях (моль/л):  $[\text{N}_2\text{O}] = 0.4$ ;  $[\text{CO}_2] = 0.8$ . Вычислите константу равновесия  $K_c$ , исходную концентрацию и массовую долю прореагировавшего  $\text{N}_2\text{O}$ . Увеличатся или уменьшатся равновесные концентрации продуктов при увеличении объема системы в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**203.** Равновесие



в реакторе объемом 10 л установилось при количествах веществ (моль):  $n(\text{SO}_2) = 1$ ;  $n(\text{O}_2) = 0.5$ ;  $n(\text{SO}_3) = 0.9$ . Рассчитайте  $K_c$ ,

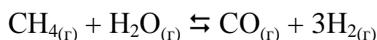
$C_0(\text{SO}_2)$  и  $C_0(\text{O}_2)$ . Определите, увеличится или уменьшится равновесная концентрация  $\text{SO}_3$  при понижении температуры на  $20^\circ\text{C}$ , если  $\bar{\gamma} = 2$ , а  $\bar{\gamma} = 3$ .

**204.** Константа равновесия гомогенной реакции



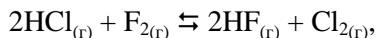
$K_c = 168.75$ . Рассчитайте исходную и равновесную концентрации метана, если равновесие установилось при  $[\text{C}_2\text{H}_2] = 0.5$  моль/л. В какую сторону сместится равновесие при увеличении давления в системе в 3 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**205.** Равновесие в гомогенной системе



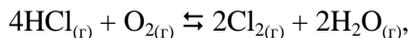
установилось при концентрациях (моль/л):  $[\text{CH}_4] = 0.3$ ;  $[\text{H}_2\text{O}] = 0.1$ ;  $[\text{H}_2] = 0.09$ . Рассчитайте константу равновесия  $K_c$  и исходные концентрации реагентов. Как изменятся (увеличатся, уменьшатся) равновесные концентрации реагентов при увеличении объема системы в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**206.** Рассчитайте начальные концентрации реагентов и константу равновесия  $K_c$  гомогенной реакции



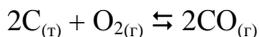
если равновесие установилось при концентрациях (моль/л):  $[\text{HCl}] = 0.2$ ;  $[\text{F}_2] = 0.05$ ;  $[\text{HF}] = 0.1$ . Произойдет ли смещение равновесия при одновременном увеличении концентрации хлороводорода в 2 раза, а хлора в 4 раза в равновесной системе? Ответ подтвердите расчетом.

**207.** Рассчитайте начальные концентрации реагентов, массовую долю прореагировавшего хлороводорода и константу равновесия  $K_c$  гомогенной реакции



если равновесные концентрации (моль/л) равны:  $[\text{HCl}] = 0.2$ ;  $[\text{O}_2] = 0.1$ ;  $[\text{Cl}_2] = 0.6$ . В каком направлении сместится равновесие при уменьшении давления в системе в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**208.** Для гетерогенной реакции



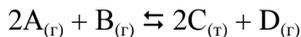
$K_c = 0.5$ . Рассчитайте равновесные концентрации газообразных веществ, если  $C_0(\text{O}_2) = 0.5$  моль/л. Уменьшатся или увеличатся равновесные концентрации реагентов и продуктов при уменьшении объема в 3 раза? Ответ подтвердите расчетом.

**209.** Для гомогенной химической реакции



$K_c = 0.4$ . Рассчитайте равновесные концентрации всех компонентов реакции, если  $C_0(\text{HBr}) = 0.6$  моль/л. Изменится ли процент разложения  $\text{HBr}$  при уменьшении температуры на  $40^\circ\text{C}$  и как (увеличится или уменьшится), если  $\bar{\gamma} = 3.2$ , а  $\bar{\gamma} = 2.5$ ? Ответ подтвердите расчетом.

**210.** Химическое равновесие



установилось при концентрациях (моль/л):  $[\text{A}] = 0.14$ ;  $[\text{B}] = 0.64$ ;  $[\text{D}] = 1.05$ . Рассчитайте  $K_c$  и начальные концентрации реагентов. В каком направлении сместится равновесие при увеличении давления в системе в 2 раза? Ответ подтвердите расчетом.

Составители

Татьяна Михайловна Крутская  
Наталья Викторовна Шальнева

## ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И РАВНОВЕСИЕ

Индивидуальные задания  
по дисциплине «Химия»  
для студентов I курса  
всех направлений и форм обучения

Редактор Г.К. Найденова

---

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

---