

Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение  
средняя общеобразовательная школа №85  
города Сочи имени Авджяна Варткеса Вагановича

**Сборник дидактического материала**  
**«Задания повышенного уровня сложности по**  
**подготовке обучающихся 10-11 классов**  
**к итоговой аттестации»**

Составитель:

Папоян Офеля Аветиковна,  
учитель химии СОШ №85

город-курорт

Сочи 2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Аннотация	2
2. Пояснительная записка	3
3. Теоретическая часть	4
4. Тренировочные задания	9
5. Решения тренировочных заданий	21
6. Задания для самостоятельного решения	29
7. Ответы на задания для самостоятельного решения	43
8. Используемая литература и интернет-ресурсы	44

## **Аннотация**

Данный сборник дидактического материала предназначен для учителей химии, работающих в 10-11 классах общеобразовательных организаций, а также для обучающихся, готовящихся к сдаче ЕГЭ по химии.

Предлагаемые дидактические материалы ориентированы на систематизацию знаний и умений по курсу химии и помогают организовать подготовку обучающихся к выполнению заданий №№ 22-23 в формате ЕГЭ по химии. Материал, представленный в сборнике, поможет отработать следующие элементы содержания КИМ ЕГЭ: обратимые реакции, химическое равновесие, принцип Ле Шателье.

## Пояснительная записка

Представленный сборник дидактического материала содержит теоретический материал по теме «Химическое равновесие. Принцип Ле Шателье» и задания, позволяющие определить уровень усвоения знаний обучающихся по данным темам.

Целью разработки данного сборника является систематизация и предоставление дидактического материала, направленного на формирование и совершенствование у обучающихся умений характеризовать химическое равновесие и прогнозировать способы его смещения. Сборник позволяет эффективно подготовиться к выполнению заданий № 22-23 КИМ ЕГЭ по химии.

Данный сборник включает 18 тренировочных заданий с решениями по теме «Химическое равновесие. Принцип Ле Шателье» и 18 заданий для самостоятельного решения с ответами.

Тема «Химическое равновесие» является фундаментальной в химии, поскольку раскрывает взаимосвязь между составом, структурой и свойствами веществ, подчеркивая их неразрывное единство. Для успешного усвоения материала важно организовать регулярную работу учащихся с заданиями и осуществлять постоянный контроль за их выполнением.

Задания, предложенные в сборнике, рассчитаны не только на первичное изучение темы, но и на повторение. Они полезны при подготовке к проверочным работам, а также для индивидуального обучения. Хотя задания непростые, они увлекают учащихся. Выполняя их, ученик сам обнаруживает свои слабые стороны, что помогает ему точно определить, какие темы нужно отработать, и осознанно обратиться за помощью.

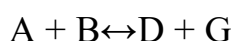
Сборник может быть использован как методическое пособие для учителей, так и для самостоятельной работы обучающихся.

**Теоретическая часть.**  
**«Химическое равновесие. Принцип Ле Шателье»**

Химическое равновесие – это состояние системы, в которой протекает обратимый процесс одновременно в прямом и обратном направлениях с одинаковой скоростью. Состав системы в результате такого процесса не меняется во времени, если условия его протекания остаются постоянными.

Химическое равновесие устанавливается в *обратимых* химических реакциях, т.е. реакциях, которые могут протекать как в прямом, как и в обратном направлении.

Рассмотрим подробнее схему обратимой реакции:



В начальный момент времени, когда только начинается взаимодействие исходных веществ А и В, скорость прямой реакции максимальна, так как максимальна концентрация исходных веществ. Скорость же обратной реакции равна нулю, поскольку в системе ещё нет продуктов прямой реакции — веществ D и G.

По мере расходования исходных веществ А и В их концентрации уменьшаются, следовательно, и скорость прямой реакции тоже уменьшается. Появление продуктов реакции D и G означает возможность протекания и обратной реакции, скорость которой возрастает с увеличением их концентраций.

Когда скорости прямой и обратной реакций становятся равны и отличны от нуля, т.е.  $v_{пр} = v_{обр} \neq 0$ , наступает *химическое равновесие*.

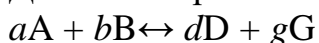
В состоянии химического равновесия концентрации веществ самопроизвольно не изменяются, их называют равновесными.

**Равновесные концентрации - концентрации веществ в момент равновесия.**

Они обозначаются формулой, заключённой в квадратные скобки.

Количественной характеристикой химического равновесия служит константа равновесия.

Для любой равновесной гомогенной реакции



Пусть А, В, D, G — вещества в жидком или газообразном состоянии, *a, b, d, g* — стехиометрические коэффициенты в уравнении реакции.

В состоянии равновесия скорости прямой и обратной реакций равны:

$$v_{пр} = v_{обр} \quad (1)$$

На основании закона действующих масс запишем кинетические уравнения для прямой и обратной реакций, допуская, что порядок реакции по любому из реагентов совпадает со стехиометрическим коэффициентом:

$$V_{\text{пр}} = k_{\text{пр}}[A]^a[B]^b \quad (2)$$

$$V_{\text{обр}} = k_{\text{обр}}[D]^d[G]^g \quad (3)$$

В момент достижения равновесия:

$$k_{\text{пр}}[A]^a[B]^b = k_{\text{обр}}[D]^d[G]^g \quad (4)$$

Отношение констант скоростей прямой и обратной реакций тоже является постоянной величиной и называется *константой химического равновесия* ( $K_{\text{равн}}$ ):

$K_{\text{равн}} = k_{\text{пр}}/k_{\text{обр}}$  (5), следовательно

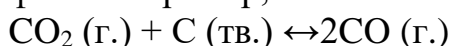
$$K_{\text{равн}} = \frac{k_{\text{пр}}}{k_{\text{обр}}} = \frac{[D]^d[G]^g}{[A]^a[B]^b} \quad (6)$$

**Константа равновесия равна отношению произведений равновесных концентраций продуктов обратной реакции (в степенях, соответствующих стехиометрическим коэффициентам) к произведению равновесных концентраций реагентов (также в степенях, соответствующих стехиометрическим коэффициентам).**

Это выражение количественно описывает состояние равновесия и представляет собой выражение закона действующих масс для равновесных систем.

Константа равновесия показывает, во сколько раз константа скорости прямой реакции  $k_{\text{пр}}$  больше константы скорости обратной реакции  $k_{\text{обр}}$  при одинаковой температуре. Значение константы равновесия зависит от природы реагирующих веществ и температуры, но не зависит от катализатора, который изменяет энергию активации как прямой, так и обратной реакции на одну и ту же величину. Катализатор лишь ускоряет наступление равновесия в данной системе, но не изменяет значения константы равновесия.

Для гетерогенных реакций в выражение константы равновесия входят концентрации только тех веществ, которые находятся в газовой или жидкой фазе. Например,



$$K_{\text{равн}} = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]}$$

## Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье

При изменении условий реакции происходит смещение химического равновесия. Через некоторое время оно восстанавливается вновь, но уже при другом соотношении концентраций веществ.

Если в результате этих изменений повышаются равновесные концентрации продуктов прямой реакции, то говорят, что равновесие сместилось *вправо*. Если повышаются равновесные концентрации исходных веществ прямой реакции, то говорят, что равновесие сместилось *влево*.

Направление смещения химического равновесия определяется *принципом Ле Шателье*:

**Если изменить одно из условий, при которых система находится в состоянии химического равновесия (концентрация, температура или давление), то равновесие сместится в направлении той реакции, которая противодействует этому изменению.**

Рассмотрим влияние некоторых факторов на смещение химического равновесия.

### 1. Изменение температуры.

При нагревании равновесие смещается в сторону эндотермической реакции, при охлаждении системы — в сторону экзотермической. В качестве примера рассмотрим *экзотермическую* реакцию ( $H^\circ < 0$ ) синтеза аммиака:



Изменение температуры вызывает изменение скорости как прямой, так и обратной реакции, но в разной степени. Поэтому для выяснения влияния температуры на химическое равновесие необходимо знать значение теплового эффекта реакции. Следовательно, необходимо подбирать оптимальные условия проведения реакции так, чтобы скорость реакции была достаточно высокой, но в то же время, и выход продукта (аммиака) оказался большим.

В *эндотермической* реакции ( $H^\circ > 0$ ) синтеза оксида азота (II) NO нагревание приведёт к смещению равновесия в сторону прямой реакции:



### 2. Изменение концентраций реагирующих веществ.

При увеличении концентрации реагирующих веществ, участвующих в реакции, равновесие смещается в сторону их расходования; при уменьшении

концентрации какого-либо из веществ равновесие смещается в сторону образования этого вещества.

Так, на примере синтеза аммиака можно заключить, что добавление в реакционную систему азота и водорода приведёт к увеличению их концентраций и, значит, к увеличению скорости прямой реакции, т. е. равновесие будет смещаться в сторону образования аммиака.

В обратимых гетерогенных реакциях введение или удаление дополнительной массы твердого вещества не влияет на состояние равновесия. Например, на состояние равновесия реакции

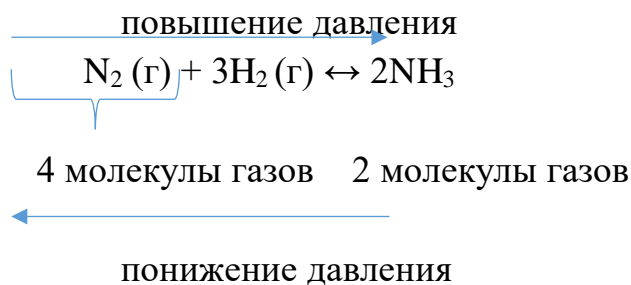


не повлияет добавление карбоната или оксида кальция.

### ***3. Изменение давления в реакционной системе.***

Известно, что сжимаемы только газообразные вещества, поэтому изменением давления можно смещать равновесие только тех реакций, в которых участвует или получается хотя бы одно вещество в газообразном состоянии и при этом изменяется число молекул газообразных веществ.

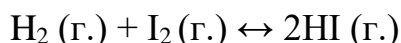
Повышение давления смещает равновесие в сторону реакции, протекающей с образованием меньшего числа молекул газообразных веществ, а понижение давления - в сторону реакции, протекающей с образованием большего числа молекул газообразных веществ:



При прочих равных условиях давление газа тем выше, чем больше молекул заключено в данном объёме газа. Поэтому реакция, протекающая с увеличением числа молекул газообразных веществ, приводит к возрастанию давления, а реакция, протекающая с уменьшением числа молекул газов, — к его понижению.

В том случае, когда реакция протекает без изменения числа молекул газов, равновесие не нарушается при сжатии или при расширении системы.

Например:



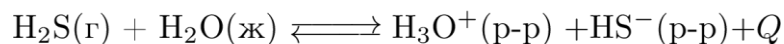


Изменение давления практически не сказывается на объёме жидких и твёрдых веществ и, значит, не изменяет их концентраций. Таким образом, в реакциях, в которых не участвуют газы, состояние химического равновесия не зависит от давления.

## Тренировочные задания

### 1. Задание

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему, в которой протекает реакция:



и направлением смещения химического равновесия при этом воздействии: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

#### СПОСОБ ВОЗДЕЙСТВИЯ

- А) увеличение давления
- Б) нагревание
- В) добавление сильной кислоты
- Г) добавление твёрдого сульфида аммония

#### НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

- 1) смещается в направлении прямой реакции
- 2) смещается в направлении обратной реакции
- 3) практически не смещается

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

### 2. Задание

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему, в которой протекает реакция:



и направлением смещения химического равновесия при этом воздействии: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

#### ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

- А) нагревание
- Б) добавление сильной кислоты
- В) добавление твёрдого

#### НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- 1) смещается в сторону прямой реакции
- 2) смещается в сторону обратной реакции

хлорида натрия  
Г) увеличение давления

3) практически не смещается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

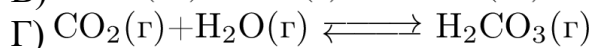
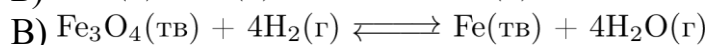
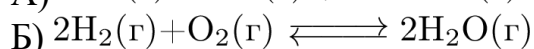
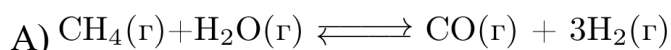
А	Б	В	Г

### 3. Задание

Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при добавлении в систему паров воды: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

НАПРАВЛЕНИЕ  
СМЕЩЕНИЯ  
РАВНОВЕСИ  
Я



1) смещается  
в сторону  
реагентов  
2) смещается  
в сторону  
продуктов  
3) не  
смещается

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

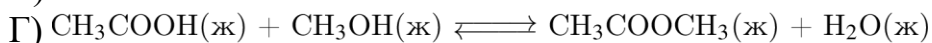
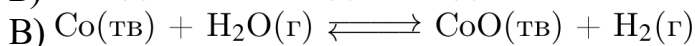
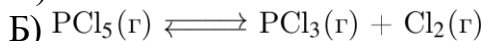
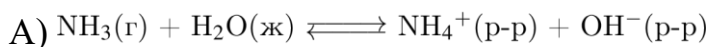
А	Б	В	Г

### 4. Задание

Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при уменьшении давления: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

## УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

## НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ



1) смещается в  
направлении  
прямой реакции

2) смещается в  
направлении  
обратной  
реакции

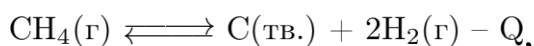
3) практически не  
смещается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

## 5. Задание

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему, в которой протекает реакция



и направлением смещения равновесия при этом воздействии: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

### СПОСОБ ВОЗДЕЙСТВИЯ

А) нагревание

Б) увеличение общего  
давления

В) добавление метана

Г) добавление катализатора

### НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

1) смещается в направлении  
прямой реакции

2) смещается в направлении  
обратной реакции

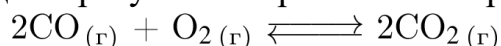
3) практически не смещается

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

## 6. Задание

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида углерода(II) и кислорода. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом исходная концентрация кислорода составила 1,8 моль/л, а равновесные концентрации угарного газа и углекислого газа — 2,9 моль/л и 1,4 моль/л соответственно.

Определите исходную концентрацию CO (X) и равновесную концентрацию O<sub>2</sub> (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

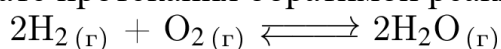
- 1) 0,9 моль/л
- 2) 1,1 моль/л
- 3) 1,9 моль/л
- 4) 2,4 моль/л
- 5) 3,9 моль/л
- 6) 4,3 моль/л

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

X	Y

## 7. Задание

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество водорода и кислорода. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом исходная концентрация водорода составила 0,8 моль/л, а равновесные концентрации кислорода и воды — 0,3 моль/л и 0,1 моль/л соответственно.

Определите равновесную концентрацию H<sub>2</sub> (X) и исходную концентрацию O<sub>2</sub> (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0 моль/л
- 2) 0,35 моль/л
- 3) 0,7 моль/л
- 4) 0,8 моль/л
- 5) 1,1 моль/л

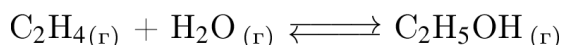
б) 1,3 моль/л

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

X	Y

### 8. Задание

В реакторе постоянного объёма смешали этилен и пары воды в мольном соотношении 1:2. Смесь нагрели и добавили катализатор. Через некоторое время установилось равновесие:



При этом исходная концентрация этилена составила 0,3 моль/л, а равновесная концентрация воды — 0,35 моль/л. Найдите исходную концентрацию  $H_2O$  (X) и равновесную концентрацию  $C_2H_5OH$  (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

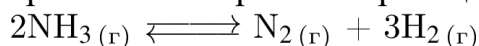
- 1) 0,05 моль/л
- 2) 0,1 моль/л
- 3) 0,15 моль/л
- 4) 0,25 моль/л
- 5) 0,35 моль/л
- 6) 0,6 моль/л

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами

X	Y

### 9. Задание

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество аммиака и нагрели. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом равновесные концентрации аммиака и азота составили 0,1 моль/л и 0,3 моль/л соответственно.

Определите равновесную концентрацию  $\text{H}_2$  (X) и исходную концентрацию  $\text{NH}_3$  (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

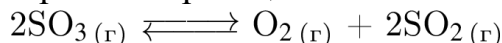
- 1) 0,1 моль/л
- 2) 0,3 моль/л
- 3) 0,5 моль/л
- 4) 0,7 моль/л
- 5) 0,9 моль/л
- 6) 1,1 моль/л

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

X	Y

### 10. Задание

В реактор постоянного объёма поместили оксид серы(VI) и нагрели. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом исходная концентрация оксида серы(VI) составила 0,28 моль/л, а равновесная концентрация — 0,20 моль/л.

Определите равновесную концентрацию  $\text{SO}_2$  (X) и  $\text{O}_2$  (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

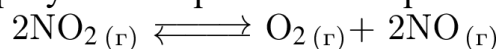
- 1) 0,02 моль/л
- 2) 0,04 моль/л
- 3) 0,08 моль/л
- 4) 0,15 моль/л
- 5) 0,20 моль/л
- 6) 0,30 моль/л

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами

X	Y

## 11. Задание

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида азота(IV) и нагрели. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом равновесные концентрации оксида азота(IV) и кислорода составили 0,6 моль/л и 0,4 моль/л соответственно.

Определите исходную концентрацию  $\text{NO}_2$  (X) и равновесную концентрацию  $\text{NO}$  (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

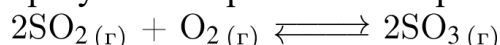
- 1) 0,4 моль/л
- 2) 0,8 моль/л
- 3) 1,0 моль/л
- 4) 1,4 моль/л
- 5) 1,6 моль/л
- 6) 2,2 моль/л

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

X	Y

## 12. Задание

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы(IV) и кислорода. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом исходная концентрация оксида серы(IV) составила 0,6 моль/л, а равновесная концентрация кислорода и оксида серы(VI) — 0,3 моль/л и 0,4 моль/л соответственно.

Определите равновесную концентрацию  $\text{SO}_2$  (X) и исходную концентрацию  $\text{O}_2$  (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0,1 моль/л
- 2) 0,2 моль/л
- 3) 0,3 моль/л



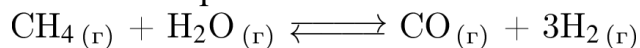
- 4) 0,4 моль/л
- 5) 0,5 моль/л
- 6) 0,6 моль/л

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

X	Y

### 13. Задание

В реакторе постоянного объёма смешали метан и пары воды. Через некоторое время установилось равновесие:



(Другие процессы в системе не протекают.)

При этом исходная концентрация метана составила 0,2 моль/л, а равновесные концентрации воды и водорода — 0,04 моль/л и 0,3 моль/л соответственно.

Определите равновесную концентрацию CO (X) и исходную концентрацию паров воды (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

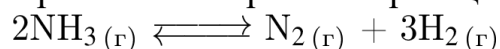
- 1) 0,04 моль/л
- 2) 0,06 моль/л
- 3) 0,1 моль/л
- 4) 0,14 моль/л
- 5) 0,16 моль/л
- 6) 0,26 моль/л

Запишите выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами

X	Y

#### 14. Задание

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество аммиака и нагрели. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом равновесные концентрации аммиака и водорода составили 0,1 моль/л и 0,6 моль/л соответственно.

Определите равновесную концентрацию  $\text{N}_2$  (X) и исходную концентрацию  $\text{NH}_3$  (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

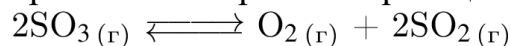
- 1) 0,1 моль/л
- 2) 0,2 моль/л
- 3) 0,3 моль/л
- 4) 0,4 моль/л
- 5) 0,5 моль/л
- 6) 0,6 моль/л

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

X	Y

#### 15. Задание

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество оксида серы(VI). В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом равновесные концентрации оксида серы(VI) и оксида серы(IV) составили 1 моль/л и 0,3 моль/л соответственно.

Определите равновесную концентрацию  $\text{O}_2$  (X) и исходную концентрацию  $\text{SO}_3$  (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0,15 моль/л
- 2) 0,25 моль/л
- 3) 0,9 моль/л
- 4) 1,3 моль/л

5) 1,6 моль/л

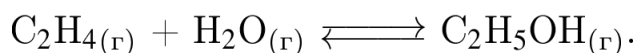
6) 2,6 моль/л

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

X	Y

### 16. Задание

В реакторе постоянного объема смешали этилен и пары воды в мольном соотношении 1:2. Смесь нагрели и добавили катализатор. Через некоторое время установилось равновесие:



В равновесной системе осталось 100 моль  $\text{C}_2\text{H}_4$  и 400 моль  $\text{H}_2\text{O}$ . Найдите исходное количество вещества  $\text{H}_2\text{O}$  (X) и равновесное количество вещества  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (Y). Выберите из списка номера правильных ответов.

1) 100 моль;

2) 200 моль;

3) 300 моль;

4) 400 моль;

5) 600 моль;

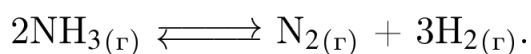
6) 800 моль.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X	Y

### 17. Задание

В реактор постоянного объема ввели аммиак и нагрели до высокой температуры. В реакторе установилось равновесие:



В равновесной системе находилось по 300 моль  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2$ . Найдите исходное количество вещества  $\text{NH}_3$  ( $X$ ) и равновесное количество вещества  $\text{N}_2$  ( $Y$ ). Выберите из списка номера правильных ответов.

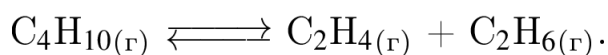
- 1) 100 моль;
- 2) 200 моль;
- 3) 300 моль;
- 4) 500 моль;
- 5) 600 моль;
- 6) 900 моль.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X	Y

### 18. Задание

В реактор ввели *n*-бутан, добавили катализатор и сильно нагрели. В реакторе установилось равновесие:



Другие процессы в системе не протекают. Степень превращения *n*-бутана составила 80%, в равновесной системе находилось 40 моль *n*-бутана. Найдите исходное количество вещества *n*-бутана ( $X$ ) и равновесное количество вещества этилена ( $Y$ ). Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 40 моль;

2) 60 моль;

3) 80 моль;

4) 120 моль;

5) 160 моль;

6) 200 моль.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X	Y

## Решение тренировочных заданий

### 1. Задание

Принцип Ле Шателье: если на систему, находящуюся в равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-либо из условий равновесия (температура, давление, концентрация), то в системе усиливаются процессы, направленные на компенсацию внешнего воздействия.

А — 1. Смещается в направлении прямой реакции, так как в системе количество газообразных реагентов меньше количества газообразных продуктов.

Б — 2. Смещается в направлении обратной реакции, т. к. прямая реакция является экзотермической.

В — 2. Смещается в направлении обратной реакции, поскольку в продуктах присутствуют протоны, источником которых будет являться сильная кислота.

Г — 2. При диссоциации сульфида аммония в растворе образуются ионы  $\text{NH}_4^+$ , которые при взаимодействии с водой увеличивают концентрацию ионов  $\text{H}_3\text{O}^+$ . За счет этого равновесие смещается в сторону обратной реакции.

Ответ: 1222.

### 2. Задание

Принцип Ле Шателье: если на систему, находящуюся в равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-либо из условий равновесия (температура, давление, концентрация), то в системе усиливаются процессы, направленные на компенсацию внешнего воздействия.

А — 2. Нагревание сдвигает равновесие в сторону эндотермической (обратной) реакции.

Б — 2. Добавление сильной кислоты увеличивает количество ионов водорода, которые при взаимодействии с водой увеличивают концентрацию ионов  $\text{H}_3\text{O}^+$ . За счет этого равновесие смещается в сторону обратной реакции.

В — 2. Добавление твердого хлорида натрия увеличивает количество хлорид-анионов и смещает равновесие в сторону обратной реакции.

Г — 1. Увеличение давления смещает равновесие в сторону прямой реакции, так как в «правой» части уравнения содержится 1 моль газообразных веществ, а в «левой» — 0.

Ответ: 2221.

### 3. Задание

Данное задание направлено на знание принципа Ле-Шателье, которое звучит следующим образом: «Если на систему, находящуюся в устойчивом равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-либо из условий равновесия (температура, давление, концентрация, внешнее

электромагнитное поле), то в системе усиливаются процессы, направленные на компенсацию внешнего воздействия».

Таким образом, увеличивая концентрацию реагентов, равновесие будет смещаться в сторону продуктов реакции. Увеличивая концентрацию продуктов, равновесие будет смещаться в сторону реагентов.

Ответ: 2112.

#### 4. Задание

Принцип Ле Шателье: если на систему, находящуюся в равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-либо из условий равновесия (температура, давление, концентрация), то в системе усиливаются процессы, направленные на компенсацию внешнего воздействия. Соответственно, при уменьшении давления в системе равновесие сдвинется в сторону реакции с большим количеством моль газов в качестве продукта.

А. — 2) смещается в направлении обратной реакции, так как в системе количество газообразных реагентов больше количества газообразных продуктов (они отсутствуют).

Б. — 1) смещается в направлении прямой реакции, так как в системе количество газообразных продуктов больше количества газообразных реагентов.

В. — 3) практически не смещается, так как в системе количество газообразных реагентов равно количеству газообразных продуктов.

Г. — 3) практически не смещается, так как в системе количество газообразных реагентов равно количеству газообразных продуктов (они отсутствуют).

Ответ: 2133.

#### 5. Задание

Принцип Ле Шателье — если на систему, находящуюся в равновесии, воздействовать извне, изменяя какое-либо из условий равновесия (температура, давление, концентрация), то в системе усиливаются процессы, направленные на компенсацию внешнего воздействия.

А. — 1) смещается в сторону прямой реакции, так как реакция эндотермическая.

Б. — 2) смещается в сторону обратной реакции, так как количество веществ газообразных продуктов больше, чем реагентов.

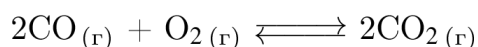
В. — 1) смещается в сторону прямой реакции, так как метан является реагентом.

Г. — 3) практически не смещается.

Ответ: 1213.

## 6. Задание

Так как объем системы постоянен (по условию), то количества веществ в системе пропорциональны их концентрациям. Согласно уравнению обратимой реакции:

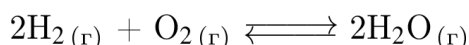


на образование 2 моль оксида углерода(IV) тратится 2 моль оксида углерода(II) и 1 моль кислорода. Отсюда следует, что на образование 1,4 моль оксида углерода(IV) потребовалось 1,4 моль оксида углерода(II) и 0,7 моль кислорода. Тогда исходная концентрация **CO** определяемая как сумма прореагировавшего количества вещества и равновесного (на единицу объема), будет равна  $1,4+2,9=4,3$  моль/л. Равновесная концентрация равна разности исходного количества вещества и прореагировавшего (в единице объема). Следовательно, равновесная концентрация **O<sub>2</sub>** равна  $1,8-0,7=1,1$  моль/л.

Ответ: 62.

## 7. Задание

Так как объем системы постоянен (по условию), то количества веществ в системе пропорциональны их концентрациям. Согласно уравнению обратимой реакции:

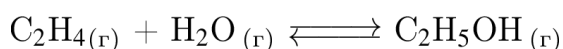


на образование 2 моль воды тратится 2 моль водорода и 1 моль кислорода. Отсюда следует, что на образование 0,1 моль газообразной воды потребовалось 0,1 моль водорода и 0,05 моль кислорода. Тогда равновесная концентрация **H<sub>2</sub>** определяемая как разность исходного количества вещества и прореагировавшего (в единице объема), будет равна  $0,8-0,1=0,7$  моль/л. Соответственно, исходная концентрация определяется как сумма прореагировавшего количества вещества и равновесного (на единицу объема). Исходная концентрация **O<sub>2</sub>** будет равна  $0,05+0,3=0,35$  моль/л.

Ответ: 32.

## 8. Задание

Так как объем системы постоянен (по условию), то количества веществ в системе пропорциональны их концентрациям. Согласно уравнению обратимой реакции:



на образование 1 моль этанола тратится 1 моль этилена и 1 моль воды.

В условии сказано, что смесь этилена и воды была в мольном соотношении 1:2, значит, исходная концентрация воды в два раза больше концентрации этилена и равна 0,6 моль/л. В реакцию вступило 0,6-

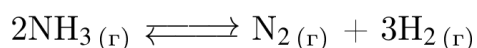


0,35=0,25 моль/л воды. Равновесная концентрация этанола равна концентрации вступившей воды в реакцию, т. е. 0,25 моль/л.

Ответ: 64.

### 9. Задание

По условию объем системы постоянный, поэтому количества веществ в системе пропорциональны их концентрациям. Согласно уравнению обратимой реакции:



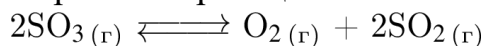
на образование 1 моль азота и 3 моль водорода расходуется 2 моль аммиака. Отсюда следует, что на образование 0,3 моль азота затратилось 0,6 моль аммиака, а количество образовавшегося в результате реакции водорода в 3 раза больше, чем количество образовавшегося азота (0,9 моль). Равновесная концентрация продукта реакции равна сумме исходного количества и образовавшегося. Изначально в системе водорода не было, следовательно, равновесная концентрация  $\text{H}_2$  равна  $0+0,9=0,9$  моль/л. Тогда исходная концентрация  $\text{NH}_3$ , определяемая как сумма прореагировавшего количества вещества и равновесного (на единицу объема), будет равна  $0,6+0,1=0,7$  моль/л.

Ответ: 54.

### 10. Задание

По условию объем системы постоянный, поэтому количества веществ в системе пропорциональны их концентрациям. Известна исходная и равновесная концентрации  $\text{SO}_3$  значит, можем найти прореагировавшее количество (на единицу объёма) оксида серы(VI), равное их разности  $0,28-0,20=0,08$  моль/л.

Согласно уравнению обратимой реакции:

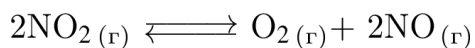


на образование 2 моль оксида серы(IV) и 1 моль кислорода расходуется 2 моль оксида серы(VI). Отсюда следует, что из 0,08 моль оксида серы(VI) образовалось 0,08 моль оксида серы(IV) и 0,04 моль кислорода. Равновесная концентрация продукта реакции равна сумме исходного количества и образовавшегося (на единицу объема). Изначально в системе оксида серы(IV) и кислорода не было, следовательно, равновесная концентрация  $\text{SO}_2$  равна  $0+0,08=0,08$  моль/л, а равновесная концентрация  $\text{O}_2$  равна  $0+0,04=0,04$  моль/л.

Ответ: 32.

## 11. Задание

Так как объем системы постоянен (по условию), то количества веществ в системе пропорциональны их концентрациям. Согласно уравнению обратимой реакции:

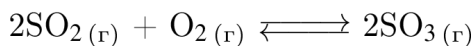


на образование 2 моль оксида азота(II) и 1 моль кислорода тратится 2 моль оксида азота(IV). Отсюда следует, что на образование 0,4 моль кислорода потребовалось 0,8 моль оксида азота(IV). При этом в ходе реакции образуется 0,8 моль оксида азота(II). Соответственно, исходная концентрация определяется как сумма прореагировавшего количества вещества и равновесного (на единицу объема). Исходная концентрация  $\text{NO}_2$  будет равна  $0,6+0,8=1,4$  моль/л. Тогда равновесная концентрация  $\text{NO}$ , определяемая как сумма исходного и получившегося в ходе реакции количества вещества, будет равна  $0+0,08=0,08$  моль/л.

Ответ: 42.

## 12. Задание

Так как объем системы постоянен (по условию), то количества веществ в системе пропорциональны их концентрациям. Согласно уравнению обратимой реакции:

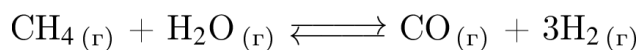


для образования 2 моль оксида серы(VI) затрачивается 2 моль оксида серы(IV) и 1 моль (в два раза меньше) кислорода. Отсюда следует, что на образование 0,4 моль оксида серы(VI) потребовалось 0,2 моль кислорода и 0,4 моль оксида серы(IV). Тогда равновесная концентрация  $\text{SO}_2$  определяемая как разность исходного количества вещества и прореагировавшего (в единице объема), будет равна  $0,6-0,4=0,2$  моль/л. Соответственно, исходная концентрация определяется как сумма прореагировавшего количества вещества и равновесного (на единицу объема). Исходная концентрация  $\text{O}_2$  будет равна  $0,2+0,3=0,5$  моль/л.

Ответ: 25.

## 13. Задание

Так как объем системы постоянен (по условию), то количества веществ в системе пропорциональны их концентрациям. Согласно уравнению обратимой реакции:



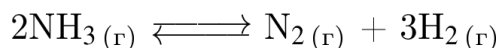
для образования 3 моль водорода затрачивается 1 моль воды, также образуется 1 моль оксида углерода(II). Отсюда следует, что на образование 0,3 моль водорода потребовалось 0,1 моль воды и при этом образуется 0,1 моль оксида углерода(II) (по закону эквивалентов).

Исходная концентрация определяется как сумма прореагировавшего количества вещества и равновесного (на единицу объема). Исходная концентрация  $\text{H}_2\text{O}$  будет равна  $0,1+0,04=0,14$  моль/л.

Ответ: 34.

#### 14. Задание

По условию объем системы постоянный, поэтому количества веществ в системе пропорциональны их концентрациям. Согласно уравнению обратимой реакции:

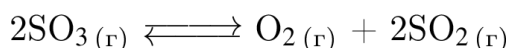


на образование 1 моль азота и 3 моль водорода расходуется 2 моль аммиака. Отсюда следует, что на образование 0,6 моль водорода затратилось 0,4 моль аммиака, а количество образовавшегося в результате реакции азота равно 1/3 количества образовавшегося водорода (0,2 моль). Равновесная концентрация продукта реакции равна сумме исходного количества и образовавшегося. Изначально в системе азота не было, следовательно, равновесная концентрация  $\text{N}_2$  равна  $0+0,2=0,2$  моль/л. Тогда исходная концентрация  $\text{NH}_3$  определяемая как сумма прореагировавшего количества вещества и равновесного (на единицу объема), будет равна  $0,4+0,1=0,5$  моль/л.

Ответ: 25.

#### 15. Задание

По условию объем системы постоянный, поэтому количества веществ в системе пропорциональны их концентрациям. Согласно уравнению обратимой реакции:



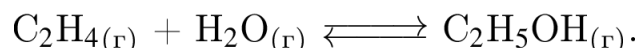
на образование 2 моль оксида серы(IV) и 1 моль кислорода расходуется 2 моль оксида серы(VI). Отсюда следует, что на образование 0,3 моль оксида серы(IV) затратилось 0,3 моль оксида серы(VI), а количество образовавшегося в результате реакции кислорода равно половине количества образовавшегося оксида серы(IV) (0,15 моль). Равновесная концентрация продукта реакции равна сумме исходного количества и образовавшегося (на единицу объема). Изначально в системе кислорода не было, следовательно, равновесная концентрация  $\text{O}_2$  равна  $0+0,15=0,15$  моль/л. Тогда исходная

концентрация  $\text{SO}_3$ , определяемая как сумма прореагировавшего количества вещества и равновесного (на единицу объема), будет равна  $0,3+1=1,3$  моль/л.

Ответ: 14

### 16. Задание

По условию объем системы постоянный, поэтому количества веществ в системе пропорциональны их давлениям. Согласно уравнению обратимой реакции



на образование 1 моль этанола расходуется 1 моль этилена и 1 моль воды.

В равновесной системе осталось 100 моль этилена и 400 моль воды. Изначально в системе находилось  $X$  моль этилена, следовательно, воды было  $2X$  моль. Предположим, что было израсходовано  $Y$  моль этилена и  $Y$  моль воды, при этом образовалось также  $Y$  моль этанола. Тогда можем составить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} x - y = 100 \\ 2x - y = 400 \end{cases}$$

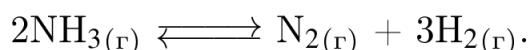
$$\begin{cases} x = 300 \\ y = 200 \end{cases}$$

Таким образом, получается, что исходное количество вещества воды будет равно  $300 \cdot 2 = 600$  ( $X$ ). Равновесное количество вещества этанола равно 200 моль ( $Y$ ).

Ответ: 52.

### 17. Задание

По условию объем системы постоянный, поэтому количества веществ в системе пропорциональны их давлениям. Согласно уравнению обратимой реакции



на образование 1 моль азота и 3 моль водорода расходуется 2 моль аммиака.

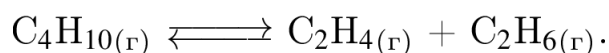
В равновесной системе находилось 300 моль аммиака и водорода, следовательно, образовалось также 100 моль азота, а также израсходовалось 200 моль аммиака. Тогда исходное количество вещества аммиака будет равно

300+200=500 моль (X). Равновесное количество вещества азота равно 100 моль (Y).

Ответ: 41.

### 18. Задание

По условию объем системы постоянный, поэтому количества веществ в системе пропорциональны их давлениям. Согласно уравнению обратимой реакции



на образование 1 моль этилена и 1 моль этана расходуется 1 моль *n*-бутана.

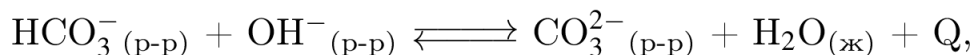
В системе осталось 40 моль *n*-бутана, следовательно, с учетом степени превращения 80%, изначально было  $40 : (1-0.8)=200$  моль *n*-бутана — исходное количество вещества (X). Тогда образовалось  $200*0.8=160$  моль этилена — равновесное количество вещества (Y).

Ответ: 65.

## Задания для самостоятельного решения

### 1. Задание

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

#### СПОСОБ ВОЗДЕЙСТВИЯ

- А) нагревание;
- Б) добавление твердого гидроксида натрия;
- В) увеличение давления;
- Г) подкисление раствора.

#### НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

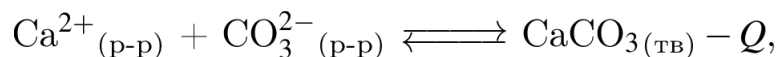
- 1) смещается в сторону продуктов;
- 2) смещается в сторону реагентов;
- 3) практически не смещается.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

### 2. Задание

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и направлением смещения равновесия при этом воздействии: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

### СПОСОБ ВОЗДЕЙСТВИЯ

- А) увеличение давления;
- Б) охлаждение;
- В) добавление твердого нитрата кальция;
- Г) добавление твердого  $\text{CaCO}_3$ .

### НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

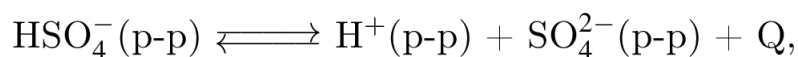
- 1) смещается в сторону прямой реакции;
- 2) смещается в сторону обратной реакции;
- 3) практически не смещается.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

### 3. Задание

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

### СПОСОБ ВОЗДЕЙСТВИЯ

- А) охлаждение;
- Б) увеличение давления над раствором;

В) подкисление раствора;

Г) добавление хлорида бария.

#### НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

1) смещается в сторону продуктов;

2) смещается в сторону реагентов;

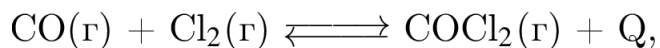
3) практически не смещается.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

#### 4. Задание

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

#### СПОСОБ ВОЗДЕЙСТВИЯ

А) нагревание;

Б) уменьшение общего давления;

В) связывание  $\text{Cl}_2$ ;

Г) добавление  $\text{CO}$ .

#### НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

1) смещается в сторону продуктов;

2) смещается в сторону реагентов;



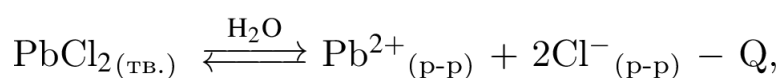
3) практически не смещается.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

### 5. Задание

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и направлением смещения равновесия при этом воздействии. К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

#### СПОСОБ ВОЗДЕЙСТВИЯ

- А) добавление твердого  $\text{PbCl}_2$ ;
- Б) добавление раствора  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ;
- В) нагревание;
- Г) увеличение давления над раствором.

#### НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

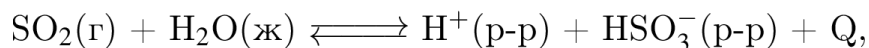
- 1) смещается в сторону прямой реакции;
- 2) смещается в сторону обратной реакции;
- 3) практически не смещается.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

## 6. Задание

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и направлением смещения равновесия при этом воздействии. К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

### СПОСОБ ВОЗДЕЙСТВИЯ

- А) нагревание;
- Б) увеличение давления над раствором;
- В) добавление раствора щелочи;
- Г) добавление соляной кислоты.

### НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

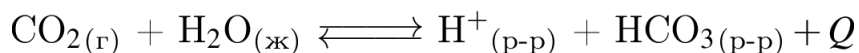
- 1) смещается в направлении прямой реакции;
- 2) смещается в направлении обратной реакции;
- 3) практически не смещается.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

## 7. Задание

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

### ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ

- А) увеличение давления;
- Б) понижение температуры;
- В) добавление  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ;
- Г) добавление соляной кислоты.

### НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

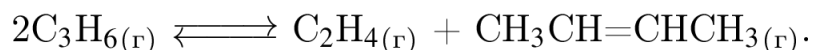
- 1) смещается в сторону прямой реакции;
- 2) смещается в сторону обратной реакции;
- 3) практически не смещается.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами:

А	Б	В	Г

### 8. Задание

В реактор ввели пропен, добавили катализатор и нагрели до  $400\text{ }^\circ\text{C}$ . В реакторе установилось равновесие:



(Температуру в ходе реакции поддерживали постоянной. Другие процессы в системе не протекают.)

Другие процессы в системе не протекают. В равновесной системе находилось 200 моль газов, степень превращения пропена составила 65%. Найдите равновесные количества вещества пропена ( $X$ ) и бутена-2 ( $Y$ ). Выберите из списка номера правильных ответов.

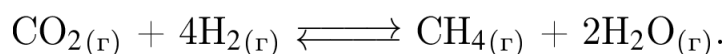
- 1) 65 моль;
- 2) 70 моль;
- 3) 100 моль;
- 4) 130 моль;
- 5) 140 моль;
- 6) 200 моль.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X	Y
---	---

### 9. Задание

Для связывания углекислого газа его смешали в реакторе постоянного объёма с водородом в мольном соотношении 1:5. Через некоторое время установилось равновесие:



(Температуру в ходе реакции поддерживали постоянной. Другие процессы в системе не протекают.)

Исходное количество вещества углекислого газа составляло 200 моль, а равновесное количество вещества воды составило 300 моль. Найдите равновесное количество вещества  $\text{H}_2$ (X) и суммарное количество всех веществ в равновесной смеси (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

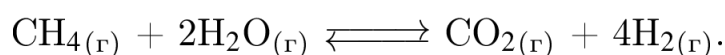
- 1) 150 моль;
- 2) 200 моль;
- 3) 400 моль;
- 4) 800 моль;
- 5) 900 моль;
- 6) 1200 моль.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X    Y

### 10. Задание

Для получения водорода в реакторе постоянного объема смешали метан и водяной пар в мольном соотношении 1:4. Через некоторое время установилось равновесие:



(Температуру в ходе реакции поддерживали постоянной. Другие процессы в системе не протекают.)

Исходное количество метана составляло 250 моль, в равновесной смеси содержалось 400 моль водорода. Найдите равновесное количество вещества  $\text{H}_2\text{O}$  (X) и общее количество всех газов в равновесной системе (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

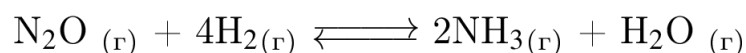
- 1) 150 моль;
- 2) 200 моль;
- 3) 400 моль;
- 4) 800 моль;
- 5) 1250 моль;
- 6) 1450 моль.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X    Y

### 11. Задание

В реактор постоянного объема поместили оксид азота(I) и водород. При этом исходная концентрация водорода составляла 0,06 моль/л. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие, при котором концентрации оксида азота(I) и аммиака составили 0,02 моль/л и 0,01 моль/л соответственно.

Определите исходную концентрацию оксида азота(I) ( $X$ ) и равновесную концентрацию водорода ( $Y$ ).

Выберите из списка номера правильных ответов:

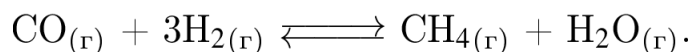
- 1) 0,005 моль/л;
- 2) 0,020 моль/л;
- 3) 0,025 моль/л;
- 4) 0,030 моль/л;
- 5) 0,040 моль/л;
- 6) 0,050 моль/л.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

X Y

## 12. Задание

В реактор постоянного объёма поместили угарный газ и водород. В результате протекания обратимой реакции



в реакционной системе установилось химическое равновесие. При этом исходная концентрация водорода была равна 1,2 моль/л, а равновесные концентрации угарного газа и водорода — 0,2 и 0,3 моль/л соответственно. Определите исходную концентрацию угарного газа ( $X$ ) и равновесную концентрацию метана ( $Y$ ).

Выберите из списка номера правильных ответов.

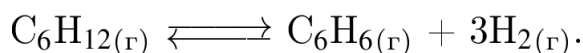
- 1) 0,2 моль/л;
- 2) 0,3 моль/л;
- 3) 0,5 моль/л;
- 4) 0,6 моль/л;
- 5) 0,9 моль/л;
- 6) 1,2 моль/л.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X	Y
---	---

### 13. Задание

В реакторе постоянного объема находился циклогексан при высокой температуре. В реактор внесли катализатор, в результате чего быстро установилось равновесие:



при котором концентрации паров циклогексана и водорода составили 0,03 и 0,06 моль/л соответственно. Температура в ходе процесса поддерживалась постоянной, другие процессы не протекали. Найдите исходную концентрацию циклогексана ( $X$ ) и равновесную концентрацию бензола ( $Y$ ).

Выберите из списка номера правильных ответов.

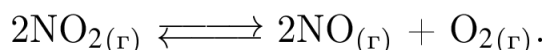
- 1) 0,01 моль/л;
- 2) 0,02 моль/л;
- 3) 0,03 моль/л;
- 4) 0,04 моль/л;
- 5) 0,05 моль/л;
- 6) 0,07 моль/л.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X    Y

#### 14. Задание

В сосуде постоянного объёма находился оксид азота(IV). Сосуд сильно нагрели, в результате чего установилось равновесие:



при котором концентрации оксида азота(IV) и оксида азота(II) составили 0,03 и 0,02 моль/л соответственно. Температура в ходе процесса поддерживалась постоянной, другие процессы не протекали. Найдите исходную концентрацию  $\text{NO}_2(X)$  при температуре реакции и равновесную концентрацию  $\text{O}_2(Y)$ .

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0,01 моль/л;
- 2) 0,02 моль/л;
- 3) 0,03 моль/л;
- 4) 0,04 моль/л;
- 5) 0,05 моль/л;
- 6) 0,07 моль/л.

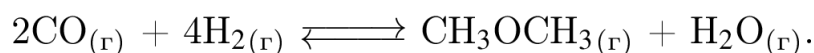
Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X            Y

#### 15. Задание

В реактор постоянного объёма поместили оксид углерода(II) и водород. При этом исходная концентрация оксида углерода(II) составляла 0,8 моль/л. В результате протекания обратимой реакции





в реакционной системе установилось химическое равновесие, при котором концентрации водорода, диметилового эфира и паров воды стали равными 0,1 моль/л. Определите равновесную концентрацию  $\text{CO}(X)$  и исходную концентрацию  $\text{H}_2(Y)$ .

Выберите из списка номера правильных ответов.

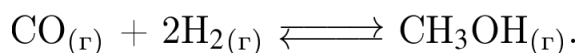
- 1) 0,1 моль/л;
- 2) 0,2 моль/л;
- 3) 0,3 моль/л;
- 4) 0,4 моль/л;
- 5) 0,5 моль/л;
- 6) 0,6 моль/л.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X	Y
---	---

### 16. Задание

В реактор постоянного объёма поместили некоторое количество  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2$ , добавили катализатор и нагрели до определенной температуры:



В результате протекания обратимой реакции установилось химическое равновесие. При этом исходная концентрация  $\text{CO}$  составила 0,5 моль/л, а равновесная концентрация  $\text{H}_2$  и  $\text{CH}_3\text{OH}$  — 0,7 моль/л и 0,4 моль/л соответственно. Определите равновесную концентрацию  $\text{CO}(X)$  и исходную концентрацию  $\text{H}_2(Y)$ .

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0,1 моль/л;
- 2) 0,4 моль/л;

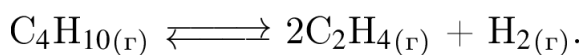
- 3) 0,8 моль/л;
- 4) 0,9 моль/л;
- 5) 1,1 моль/л;
- 6) 1,5 моль/л.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X	Y
---	---

### 17. Задание

В реактор постоянного объёма внесли бутан и сильно нагрели. В реакторе установилось равновесие:



Температура в ходе процесса поддерживалась постоянной, другие реакции не протекали. Исходная концентрация бутана составляла 0,06 моль/л, а равновесная концентрация этилена оказалась равна 0,08 моль/л. Найдите равновесные концентрации  $\text{C}_4\text{H}_{10}(X)$  и  $\text{H}_2(Y)$ .

Выберите из списка номера правильных ответов.

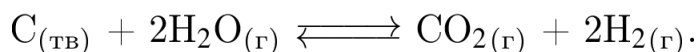
- 1) 0,01 моль/л;
- 2) 0,02 моль/л;
- 3) 0,03 моль/л;
- 4) 0,04 моль/л;
- 5) 0,06 моль/л;
- 6) 0,0 моль/л.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X	Y
---	---

### 18. Задание

В реактор постоянного объёма внесли углерод и ввели избыток паров воды. При высокой температуре в реакторе установилось равновесие:



Температура в ходе процесса поддерживалась постоянной, другие реакции не протекали. Исходная концентрация водяного пара была равна 0,08 моль/л, а равновесная концентрация водорода составила 0,06 моль/л. Найдите равновесные концентрации  $\text{H}_2\text{O}(X)$  и  $\text{CO}_2(Y)$ .

Выберите из списка номера правильных ответов.

- 1) 0,01 моль/л;
- 2) 0,02 моль/л;
- 3) 0,03 моль/л;
- 4) 0,04 моль/л;
- 5) 0,06 моль/л;
- 6) 0,0 моль/л.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

X	Y
---	---

## Ответы на задания для самостоятельного решения

<b>№зад</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>ответ</b>	<b>2132</b>	<b>3213</b>	<b>1321</b>	<b>2221</b>	<b>3213</b>	<b>2112</b>	<b>1122</b>	<b>21</b>	<b>35</b>
<b>№зад</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
<b>ответ</b>	<b>46</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>52</b>	<b>51</b>	<b>65</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>23</b>

**Используемая литература и интернет-ресурсы:**

1. А.А. Карцова, А.Н.Лёвкин. Химия. 11 класс: Углублённый уровень. Учебное пособие для учащихся общеобразовательных организаций 2-е издание, переработанное – Москва. Издательский центр «Вентана-Граф», 2016. – 378 с.
2. В.В. Еремин, Р.Л. Антипин, А.А. Дроздов, Е.В. Карпова, О.Н. Рыжова. Углубленный курс подготовки к ЕГЭ– Москва 2020. – 567 с.
3. И.И. Новошинский, Н.С. Новошинская. Химия.10(11) класс. Углубленный уровень. – ФГОС Инновационная школа: «Русское слово», 2018. – 434 с.
- 4.Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высш. школа, 1988. – 679 с.
5. Курс общей химии: Учебник для вузов / Под ред. Н.В. Коровина – М.: Высш. школа, 1990. – 445 с.
6. Зайцев О.С. Химия. Современный краткий курс. – М.: Агар, 1997. – 416 с.
7. Курс физической химии / Я.И. Герасимов, В.П. Древинг, Е.Н. Еремин и др.– М.: Химия, 1966. – Том II. – 656 с.

1.<https://fg.resn.edu.ru/functionalliteracy/events>

2.<https://chem-ege.sdangia.ru/>

3.[https://toipkro.ru/content/files/documents/podrazdeleniya/emo/chemistry/Obzor\\_EGE\\_2024\\_ximiya.pdf](https://toipkro.ru/content/files/documents/podrazdeleniya/emo/chemistry/Obzor_EGE_2024_ximiya.pdf)