

**Методический практикум по
заданиям ЕГЭ по химии
(22, 23 - задание)**

Коршунова Светлана Валерьевна,
учитель химии и биологии МАОУ
Гольшмановская СОШ №2,
региональный методист

Задание 22. Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение равновесия под действием различных факторов

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

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{г})$	1) смещается в сторону продуктов реакции 2) смещается в сторону исходных веществ 3) не происходит смещения равновесия
Б) $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$	
В) $\text{H}_2(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{г})$	
Г) $\text{SO}_2(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{г})$	

А	Б	В	Г

- **Уровень сложности:** повышенный;
- **Максимальный балл:** 2;
- **Рекомендуемое время выполнения:** 5 – 7 минут.

Проверяемые элементы содержания:

- Обратимые и необратимые химические реакции;
- Химическое равновесие;
- Смещение равновесия под действием различных факторов.

Проверяемые умения (виды деятельности):

- Объяснять влияние различных факторов на скорость химической реакции и на смещение химического равновесия.

Химические реакции



- **Обратимые** – протекают прямо, так и в обратном направлении (\leftrightarrow).

$A + B \leftrightarrow C + D$ – обратима, то одновременно протекают прямая, так и обратная реакции:

$A + B \leftrightarrow C + D$ – прямая реакция;

$C + D \rightarrow A + B$ – обратная реакция.

- **Например:**

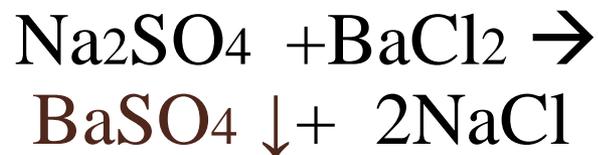


- **Необратимые** – протекают только в одном (прямо \rightarrow) направлении.

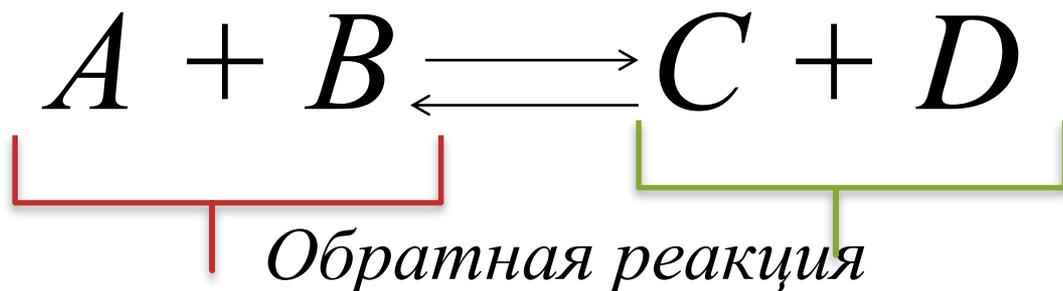
$A + B \rightarrow C + D$ – реакция необратима, значит:

$C + D \rightarrow A + B$ – не протекает.

- **Например :**



Прямая реакция



Реагенты

Продукты

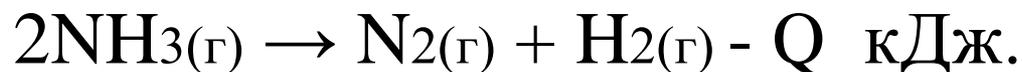
Химическое равновесие – состояние системы, при котором скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции и остается неизменным до изменения внешних условий: давления P , температуры T , концентрации C .

Влияние изменения внешних условий на положение равновесия определяется принципом Ле-Шателье.

Если на систему, находящуюся в состоянии химического равновесия, оказывать внешнее воздействие (изменить давление, концентрацию веществ или температуру), то равновесие сместится в сторону преимущественного протекания того процесса который ослабляет произведенное воздействие.

Влияние температуры:

- А) при повышении температуры химическое равновесие смещается в сторону *эндотермической реакции*.



- Б) при понижении температуры химическое равновесие смещается в сторону *экзотермической реакции*.



Влияние концентрации:



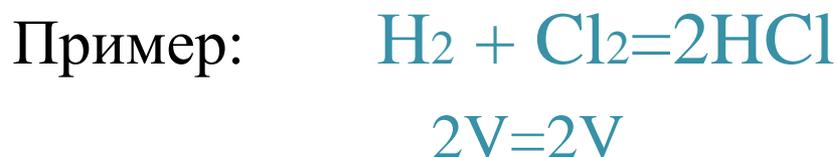
- А) если увеличиваем концентрацию конечных продуктов, равновесие смещается в сторону образования исходных продуктов, т.е. преобладает обратная реакция.
- Б) увеличиваем концентрацию исходных продуктов, равновесие смещается в сторону образования конечных продуктов, преобладает прямая реакция.
- В) при уменьшении концентрации конечных продуктов реакция равновесия смещается в сторону их образования, преобладает прямая реакция.
- Г) при уменьшении концентрации исходных продуктов реакции, преобладает обратная реакция.

Изменение давления

- А) при увеличении давления равновесие смещается в сторону той реакции, при которой объем образовавшихся газообразных продуктов уменьшается.
- Б) при уменьшении давления равновесие смещается в сторону той реакции, при которой объем образовавшихся газообразных продуктов увеличивается.



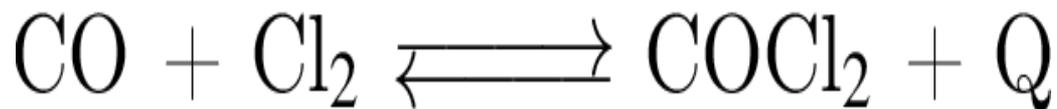
- в) если объемы газообразных продуктов одинаковы как в прямой, так и в обратной реакции - изменение давления не оказывает смещения равновесия.



Направление смещения химического равновесия в соответствии с принципом Ле Шателье.

1. Изменение концентрации ($A \rightleftharpoons B$)		
Концентрация	Исходных веществ	Продуктов реакции
Увеличение	→	←
Уменьшение	←	→
2. Изменение температуры ($A \rightleftharpoons B$)		
Температура	Экзо- (+Q)	Эндо- (- Q)
Нагревание	←	→
Охлаждение	→	←
3. Изменение давления ($A_{(г)} \rightleftharpoons B_{(г)}$)		
Давление	$V_{исх(г)} > V_{прод(г)}$	$V_{исх(г)} < V_{прод(г)}$
Повышение	→	←
Понижение	←	→

Пример 1. Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



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

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) увеличение концентрации оксида углерода(II)	1) смещается в сторону обратной реакции
Б) повышение температуры	2) практически не смещается
В) понижение давления	3) смещается в сторону прямой реакции
Г) увеличение концентрации хлора	

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

А	Б	В	Г

Пример 2. Установите соответствие между уравнением химической реакции и направлением смещения химического равновесия при уменьшении температуры: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ
А) $C_{(ТВ)} + H_2O_{(Г)} \rightleftharpoons CO_{(Г)} + H_2_{(Г)} - Q$	1) смещается в сторону реагентов
Б) $N_2_{(Г)} + 3H_2_{(Г)} \rightleftharpoons 2NH_3_{(Г)} + Q$	2) смещается в сторону продуктов
В) $C_6H_{12}_{(Г)} \rightleftharpoons C_6H_6_{(Г)} + 3H_2_{(Г)} - Q$	3) не смещается
Г) $C_2H_4_{(Г)} + H_2O_{(Г)} \rightleftharpoons C_2H_5OH_{(Г)} + Q$	

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

А	Б	В	Г

Пример 3. Установите соответствие между уравнением химической реакции и изменением условий, которое приводит к смещению равновесия в сторону продуктов: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ	РАВНОВЕСИЕ СМЕЩАЕТСЯ В СТОРОНУ ПРОДУКТОВ ПРИ
А) $\text{H}_2(\text{г}) + \text{S}(\text{тв}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{г}) + \text{Q}$	1) охлаждении 2) повышении давления 3) понижении давления
Б) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г}) - \text{Q}$	
В) $\text{CH}_4(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{тв}) + 2\text{H}_2(\text{г}) - \text{Q}$	
Г) $\text{C}_6\text{H}_{12}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) - \text{Q}$	

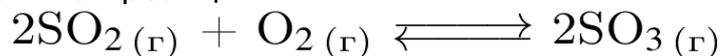
Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующим буквам:

А	Б	В	Г
1	3	3	3

Задание 23. Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Расчёты количества вещества, массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ

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 кислорода составила 1,4 моль/л, а равновесная концентрация оксида серы(IV) и оксида серы(VI) — 1,4 моль/л и 0,4 моль/л соответственно.

Определите исходную концентрацию SO_2 (X) и равновесную концентрацию O_2 (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

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

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

X	Y

X	Y

- **Уровень сложности:** повышенный;
- **Максимальный балл:** 2;
- **Рекомендуемое время выполнения:** 5 – 7 минут.

Проверяемые элементы содержания:

- Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Смещение химического равновесия под действием различных факторов.
- Расчеты количества вещества, массы вещества или объема газов по известному количеству вещества, массе или объему одного из участвующих в реакции веществ.

Проверяемые умения (виды деятельности):

- Знать понимать смысл важнейших понятий (выделять их характерные признаки);
- Планировать, проводить вычисления по химическим формулам и уравнениям.

Формулы к задачам

Расчет концентрации вещества (C):

$$C = \frac{n}{V}; \left[\frac{\text{МОЛЬ}}{\text{Л}} \right], \text{ где}$$

C – концентрация вещества (моль/л);

n - количество вещества (моль);

V – объем раствора, смеси (л).

$$n = C \cdot V$$

$$V = \frac{n}{C}$$

Формула для расчета по таблице:

$$\Delta C = C_{\text{равн.}} - C_{\text{исх.}}, \text{ где}$$

ΔC – изменение концентрации (моль/л);

$C_{\text{равн.}}$ – равновесная концентрация (моль/л);

$C_{\text{исх.}}$ – исходная концентрация (моль/л).

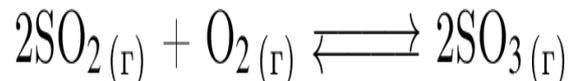
$$C_{\text{равн.}} = C_{\text{исх.}} + \Delta C$$

$$C_{\text{исх.}} = C_{\text{равн.}} - \Delta C$$



Пример 1. 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 кислорода составила 1,4 моль/л, а равновесная концентрация оксида серы(IV) и оксида серы (VI) — 1,4 моль/л и 0,4 моль/л соответственно.

Определите исходную концентрацию SO_2 (X) и равновесную концентрацию O_2 (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов.

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

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

X	Y

- Делаем опорную таблицу и вносим данные:

Реагент	2SO_2	O_2	2SO_3
Исходная концентрация (моль/л)		1,4	
Изменение концентрации (моль/л)			
Равновесная концентрация (моль/л)	1,4		0,4

- Для SO_3 исходная концентрация равно нулю, так как данное вещество не прореагировала до реакции, а получили в результате реакции. Впишем это число в таблицу:

Реагент	2SO_2	O_2	2SO_3
Исходная концентрация (моль/л)	X	1,4	0
Изменение концентрации (моль/л)			
Равновесная концентрация (моль/л)	1,4	Y	0,4

➤ Вычисляем измененную концентрацию SO_3 :

ΔC вычисляется по формуле:

$$\Delta C = C_{\text{сравн.}} - C_{\text{исх.}}$$

$$\Delta C_{\text{SO}_3} = 0,4 - 0 = 0,4 \text{ моль/л.}$$

Реагент	2SO_2	O_2	2SO_3
Исходная концентрация (моль/л)	X	1,4	0
Изменение концентрации (моль/л)	-	-	+ 0,4
Равновесная концентрация (моль/л)	1,4	Y	0,4

➤ Зная ΔC_{SO_3} можем вычислить измененные концентрации ΔC_{SO_2} , ΔC_{O_2} :

$$\frac{\Delta C_{SO_3}}{2} = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ моль/л}$$

Реагент	$2SO_2$	O_2	$2SO_3$
Исходная концентрация (моль/л)	X	1,4	0
Изменение концентрации (моль/л)	- 0,4	- 0,2	+ 0,4
Равновесная концентрация (моль/л)	1,4	Y	0,4

➤ Определяем исходную концентрацию C_{SO_2} и равновесную концентрацию C_{O_2} :

- $C_{исх.}(SO_2) = C_{сравн.} - \Delta C = 1,4 - (-0,4) = 1,8$ моль/л.
- $C_{сравн.}(O_2) = C_{исх.} + \Delta C = 1,4 + (-0,2) = 1,2$ моль/л.

➤ Вносим данные в таблицу:

Реагент	$2SO_2$	O_2	$2SO_3$
Исходная концентрация (моль/л)	$X=1,8$	1,4	0
Изменение концентрации (моль/л)	- 0,4	- 0,2	+ 0,4
Равновесная концентрация (моль/л)	1,4	$Y=1,2$	0,4

➤ Ответ:

X	Y
5	3

Пример 2. В замкнутый реактор, содержащий катализатор, поместили смесь паров метанола, водород и угарный газ, затем нагрели. В результате протекания обратимой реакции



в системе установилось равновесие. При этом исходные концентрации паров метанола, водорода и угарного газа были равны 1,05 моль/л, 0,15 моль/л и 0,25 моль/л, а равновесная концентрация паров метанола - 0,9 моль/л соответственно.

Определите равновесные концентрации водорода (X) и угарного газа (Y).

Выберите из списка номера правильных ответов:

- 1) 0,15 моль/л
- 2) 0,25 моль/л
- 3) 0,35 моль/л
- 4) 0,45 моль/л
- 5) 0,65 моль/л
- 6) 0,40 моль/л

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

X	Y

Пример 3. В реактор с постоянным объемом 5 литров поместили водород, азот и аммиак. Простые вещества взяты в мольном соотношении 2:1 в порядке перечисления, а исходная концентрация аммиака 2 моль/л.

Смесь нагрели, в результате протекания обратимой реакции в системе установилось химическое равновесие. В равновесной смеси обнаружено 5 моль аммиака, а концентрация водорода составила 4,5 моль/л. Используя данные, приведенные в таблице, определите исходную концентрацию водорода (X) и равновесную концентрацию азота (Y).

Реагент	H_2	N_2	$2NH_3$
Исходная концентрация (моль/л)			2
Изменение концентрации (моль/л)			
Равновесная концентрация (моль/л)	4.5		

• Выберите из списка номера правильных ответов:

- 1) 1,0 моль/л 2) 1,55 моль/л 3) 2,0 моль/л
4) 2,5 моль/л 5) 3,0 моль/л 6) 6,0 моль/л

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

X	Y