

# Задание 20 в ЕГЭ

СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ  
РЕАКЦИИ

Скорость хим.реакции – это изменение концентрации реагентов или продуктов за единицу времени

- ▶ **Факторы, влияющие на скорость реакции:**
- ▶ 1. Природа веществ
- ▶ 2. Температура
- ▶ 3. Катализатор
- ▶ 4. Концентрация (для газов и жидкостей)
- ▶ 5. Давление (для газов)
- ▶ 6. Степень измельчения=площадь поверхности (для твердых веществ)



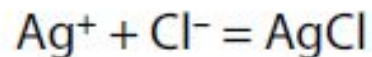
# Природа веществ

- ▶ Чем более химически активными являются реагенты, тем выше будет скорость реакции
- ▶ Например, наиболее быстро реакция водорода с галогенами пойдет со фтором, как с наиболее активным из них
- ▶  $V(\text{H}_2 + \text{F}_2) > V(\text{H}_2 + \text{Br}_2)$

# Температура

- ▶ Повышение температуры увеличивает скорость реакции
- ▶ Понижение температуры уменьшает скорость реакции

[7] Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые увеличивают скорость реакции, протекающей согласно ионному уравнению:



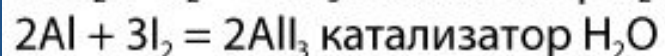
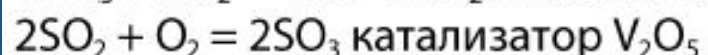
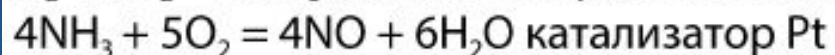
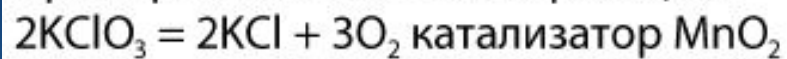
- 1) измельчение хлорида серебра
- 2) повышение температуры
- 3) добавление металлического серебра
- 4) разбавление водой
- 5) повышение концентрации хлорид-ионов



# Катализатор

- ▶ Принимает участие в реакции, но сам не расходуется.
- ▶ Увеличивает скорость реакции (при условии, что для данной реакции катализатор известен)
- ▶ Только для каталитических реакций

Примеры каталитических реакций:



Этерификация

Гидрирование / дегидрирование

Бромирование / нитрование ароматического кольца

Гидратация алкинов

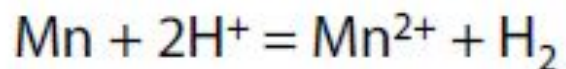
Реакция Лебедева

И многие другие

# Концентрация

- ▶ Влияет на скорость реакций с участием газов или жидкостей
- ▶ Повышение концентрации увеличивает скорость реакции
- ▶ Понижение концентрации уменьшает скорость реакции

**[6]** Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые влияют на скорость реакции:



1) добавление воды

2) добавление сульфата марганца

3) увеличение объема кислоты

4) измельчение марганца

5) повышение давления водорода



# Давление

- ▶ Влияет на скорость реакций **с участием газов**
- ▶ Газы должны быть реагентами (что в продуктах – неважно)
- ▶ Повышение давления увеличивает скорость реакции
- ▶ Понижение давления уменьшает скорость реакции
- ▶ Давление для газов – это аналог концентрации

[11] Выберите два фактора, под действием которых скорость экзотермических реакций, протекающих между газами, всегда увеличивается:

- 1) Понижение температуры
- 2) Повышение температуры
- 3) Повышение давления
- 4) Введение ингибитора
- 5) Повышение концентрации продуктов реакции



$$p_1 < p_2$$
$$c_1 < c_2$$

# Объем реакционной системы

- ▶ Увеличение объема=уменьшение давления
- ▶ Уменьшение объема = увеличение давления
- ▶ Добавление инертного газа – эффект как при уменьшении давления

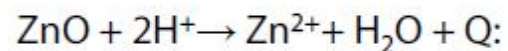


# Степень измельчения

- ▶ (Площадь поверхности)
- ▶ Для реакций с участием твердых веществ
- ▶ Реакция идет на поверхности твердого вещества
- ▶ Повышение степени измельчения реагентов увеличивает площадь поверхности вещества и увеличивает скорость реакции

Добавление дополнительных кусков, гранул не изменяет скорость реакции

**[5]** Из предложенного перечня выберите два воздействия, которые увеличивают скорость реакции, протекающей по схеме



1) измельчение оксида цинка

2) повышение давления

3) замена соляной кислоты на уксусную такой же концентрации

4) повышение температуры

5) добавление индикатора

Основные и амфотерные оксиды твердые

# Дополнения

- ▶ Перемешивание увеличивает скорость гетерогенных реакций
- ▶ Гомогенная реакция всегда идет быстрее, чем гетерогенная
- ▶ **При комнатной температуре быстрее всего идут гомогенные реакции обмена в растворах**
- ▶ Ингибиторы замедляют скорость реакции

[8] Выберите две пары веществ, скорость реакции между которыми **не зависит** от площади соприкосновения реагентов:

1) Водород и хлор

2) Цинк и соляная кислота гетерогенная

3) Пирит и кислород гетерогенная

4) Раствор гидроксида натрия и соляная кислота

5) Известняк и азотная кислота гетерогенная



# Практика А-2 Б-3

А) Скорость химической реакции  
 $2C_{(тв)} + CO_{2(г)} = 2CO_{(г)}$  **не зависит** от

- 1) температуры
- 2) концентрации CO
- 3) степени измельченности угля
- 4) давления

Б) С наибольшей скоростью при комнатной температуре протекает реакция меди с водородом и

- 1) серой
- 2) иодом
- 3) фтором
- 4) бромом

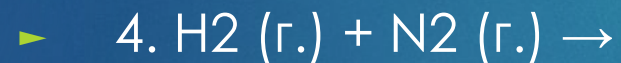
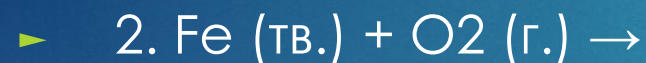
# Практика В-3 Г-4

<p>В) Для увеличения скорости химической реакции <math>\text{Mg}_{(тв)} + 2\text{HCl}_{(р-р)} = \text{MgCl}_{2(р-р)} + \text{H}_{2(г)}</math> необходимо</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) увеличить давление</li><li>2) уменьшить температуру</li><li>3) увеличить концентрацию <math>\text{HCl}</math></li><li>4) увеличить количество магния.</li></ol>
<p>Г) Повышение давления приведет к увеличению скорости реакции</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) <math>2\text{P}_{(тв)} + 3\text{S}_{(тв)} = \text{P}_2\text{S}_3_{(тв)}</math></li><li>2) <math>\text{Br}_{2(ж)} + 2\text{Na}_{(тв)} = 2\text{NaBr}</math></li><li>3) <math>\text{H}_2\text{O}_{(ж)} + 2\text{Na}_{(тв)} = 2\text{NaOH} + \text{H}_{2(г)}</math></li><li>4) <math>\text{N}_{2(г)} + 3\text{H}_{2(г)} = 2\text{NH}_{3(г)}</math></li></ol>



# Ответ: 15

- ▶ Из предложенного перечня выберите схемы двух реакций, которые протекают при комнатной температуре с наибольшей скоростью:



# Ответ: 23

- ▶ Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые приводят к увеличению скорости реакции конверсии метана.
- ▶ 1. Добавление ингибитора
- ▶ 2. Увеличение температуры
- ▶ 3. Повышение давления
- ▶ 4. Увеличение объема реакционного сосуда
- ▶ 5. Понижение концентрации метана



# Ответ: 24

- ▶ Из предложенного перечня выберите два воздействия, которые увеличат скорость гидрирования пропена:
- ▶ 1. Увеличение объема сосуда
- ▶ 2. Добавление никеля
- ▶ 3. Добавление пропана
- ▶ 4. Повышение температуры
- ▶ 5. Понижение давления

# Ответ: 24

- ▶ Из предложенного набора факторов выберите два фактора, каждый из которых **влияет** как на скорость реакций, протекающих в растворе, так и на скорость реакций, протекающих между газообразными веществами.
- ▶ 1. Увеличение концентрации продуктов реакции
- ▶ 2. Повышение температуры
- ▶ 3. Понижение давления
- ▶ 4. Понижение концентрации реагентов
- ▶ 5. Увеличение объема сосуда



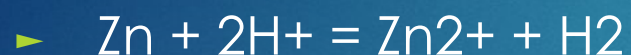
# Ответ: 25

▶ Из предложенного перечня реакций выберите две реакции, скорость которых зависит как от концентрации кислоты, так и от площади поверхности соприкосновения реагентов:



# Ответ: 43

- ▶ Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые влияют на скорость реакции, протекающей по схеме:



- ▶ 1. Увеличение объема кислоты
- ▶ 2. Увеличение массы цинка
- ▶ 3. Разбавление реакционной смеси водой
- ▶ 4. Измельчение цинка
- ▶ 5. Повышение давления



# Ответ: 31

- ▶ Из предложенного перечня воздействий выберите два воздействия, которые приведут к увеличению скорости экзотермической реакции между кислородом и оксидом серы (IV):
  - ▶ 1. Повышение концентрации кислорода
  - ▶ 2. Понижение температуры
  - ▶ 3. Повышение давления
  - ▶ 4. Повышение концентрации оксида серы (VI)
  - ▶ 5. Добавление ингибитора

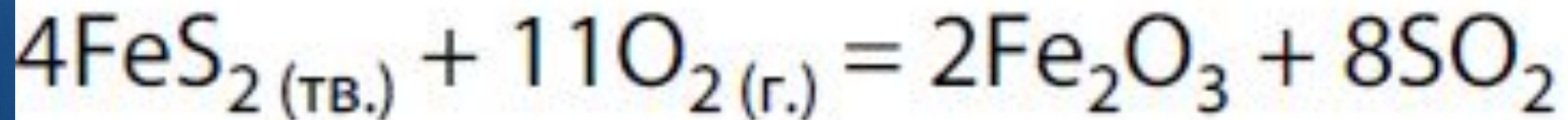
# Ответ: 23

- ▶ Выберите два фактора, от которых не зависит скорость растворения меди в азотной кислоте
- ▶ 1. Температура
- ▶ 2. Масса взятой меди
- ▶ 3. Давление
- ▶ 4. Степень измельчения меди
- ▶ 5. Концентрация кислоты



# Ответ: 34

- ▶ Из предложенного перечня выберите два воздействия, которые увеличивают скорость реакции обжига пирита:
- ▶ 1. добавление пирита
- ▶ 2. замена кислорода на воздух
- ▶ 3. измельчение пирита
- ▶ 4. использование «кипящего слоя»
- ▶ 5. увеличение объема реактора



# Ответ: 42

- ▶ Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые уменьшают скорость реакции

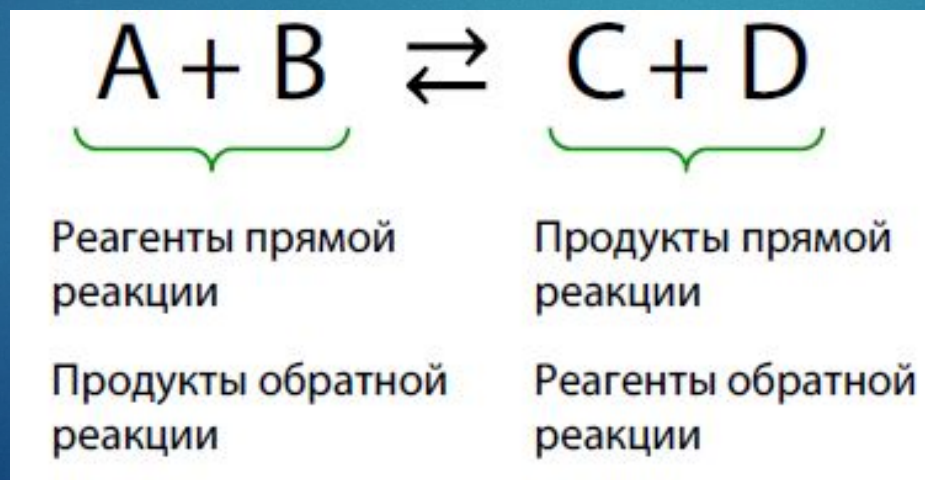


1. Понижение концентрации хлорида кальция
2. Разбавление реакционной смеси
3. Увеличение размера реакционного сосуда
4. Понижение концентрации соляной кислоты
5. Повышение температуры



# Задание 24 ЕГЭ

- ▶ Необратимые реакции – это реакции, в ходе которых хотя бы одно из исходных веществ расходуется полностью.
- ▶ **Обратимые реакции** – это реакции, протекающие одновременно в двух взаимно противоположных направлениях



# Химическое равновесие

$$V_{\text{прямой}} = V_{\text{обратной}}$$

- ▶ В состоянии равновесия скорости прямой и обратной реакции равны между собой и не равны нулю. Концентрации продуктов и реагентов остаются неизменными во времени



- ▶ Если на систему, находящуюся в состоянии равновесия, оказывать внешнее воздействие, то равновесие смещается в сторону, ослабляющую данное воздействие.

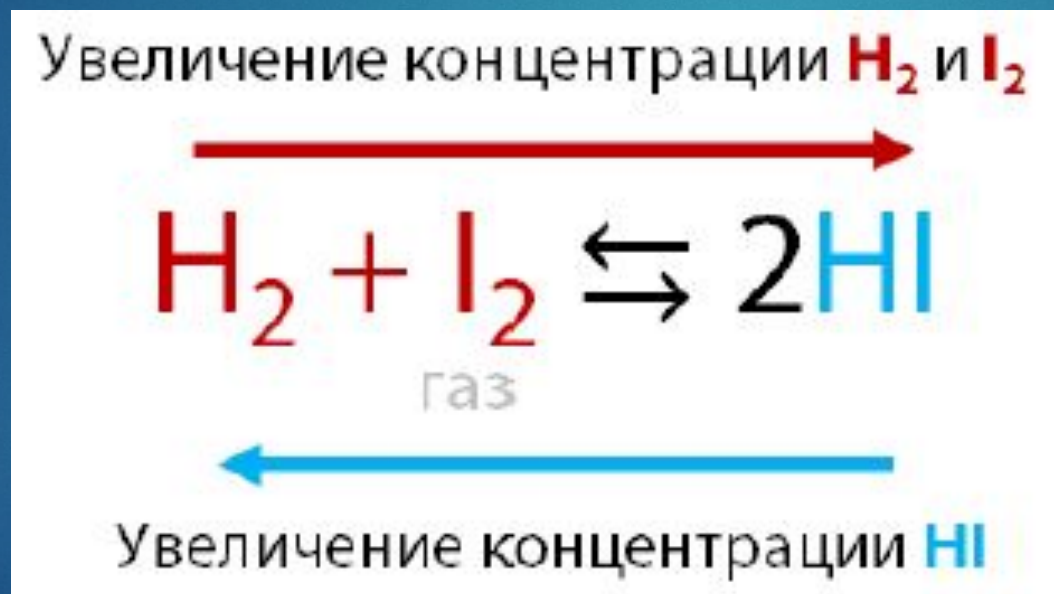


# Факторы, влияющие на смещение равновесия

- ▶ 1. Концентрация
- ▶ 2. Давление
- ▶ 3. Температура

# Концентрация

- ▶ При увеличении концентрации реагентов равновесие смещается в сторону продуктов
- ▶ При увеличении концентрации продуктов равновесие смещается в сторону реагентов

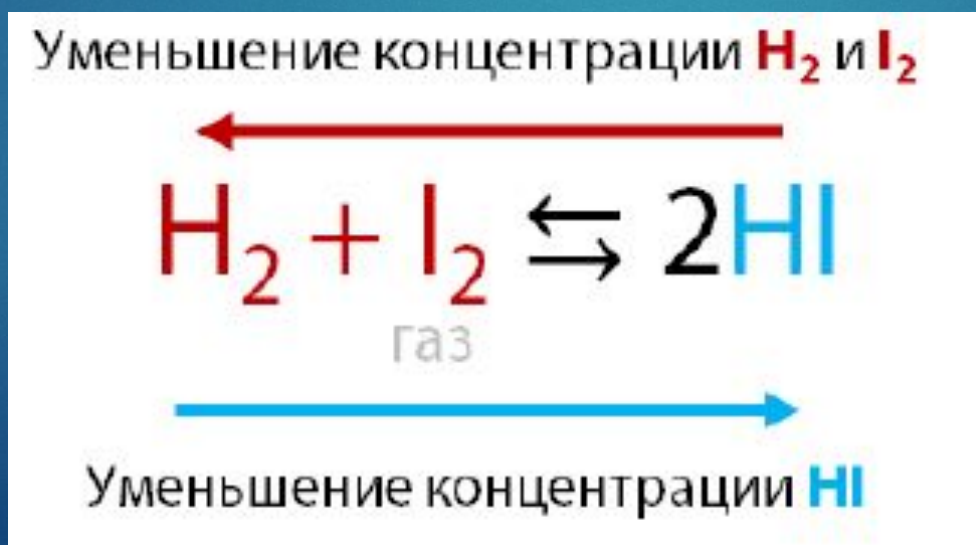




# Концентрация

- ▶ При уменьшении концентрации реагентов равновесие смещается в сторону реагентов
- ▶ При уменьшении концентрации продуктов равновесие смещается в сторону продуктов

Действует только для газов и жидкостей. Влияет и на продукты, и на реагенты



# Давление (только для реакций с участием газов)

- ▶ Считаем **количество молекул** газа слева и справа
- ▶ При повышении давления равновесие сместится в сторону меньшего количества молекул
- ▶ При понижении давления – в сторону большего количества молекул
- ▶ Если молекул газа одинаковое количество – равновесие не смещается





# Температура


- ▶ **Повышение** температуры смещает равновесие в сторону эндотермической реакции. **В сторону  $-Q$**
- ▶ **Понижение** температуры смещает равновесие в сторону экзотермической реакции. **В сторону  $+Q$**
- ▶ (Экзотермическая реакция идет с выделением теплоты, эндотермическая – с поглощением)
- ▶ Если прямая реакция экзотермическая, то обратная реакция – эндотермическая




# Катализатор

- ▶ Катализатор **не влияет на смещение равновесия**
- ▶ Ускоряет и прямую, и обратную реакции **одновременно**



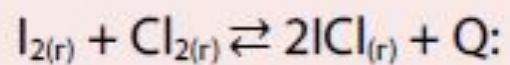
- 
- ▶ **Добавление твердых веществ не влияет на равновесие**
  - ▶ **Изменение площади пов-ти ТВ В-В**
  - ▶ **Растворимость!**

- 
- ▶ Вопрос о равновесии: смотрим и на реагенты, и на продукты, и на их агрегатное состояние
  - ▶ Вопрос о скорости: смотрим только на реагенты и их агрегатное состояние



# Практика

[17] Установите соответствие между воздействием и направлением, в которое оно смещает равновесие обратимой химической реакции

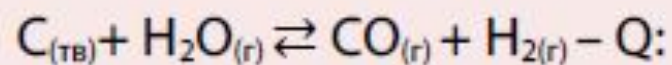


- |                                  |                               |
|----------------------------------|-------------------------------|
| А) повышение давления            | 1) в сторону продуктов        |
| Б) нагревание                    | 2) в сторону исходных веществ |
| В) добавление катализатора       | 3) равновесие не смещается    |
| Г) увеличение концентрации хлора |                               |

а	б	в	г
3	2	3	1

# Практика

[18] Установите соответствие между воздействием и направлением, в которое оно смещает равновесие обратимой химической реакции



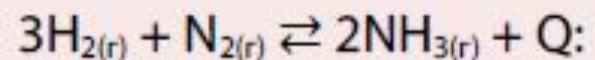
- |                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| А) увеличение давления       | 1) в сторону продуктов        |
| Б) понижение температуры     | 2) в сторону исходных веществ |
| В) понижение концентрации CO | 3) равновесие не смещается    |
| Г) добавление угля           |                               |

а	б	в	г
2	2	1	3



# Практика

[19] Установите соответствие между воздействием и направлением, в которое оно смещает равновесие обратимой химической реакции

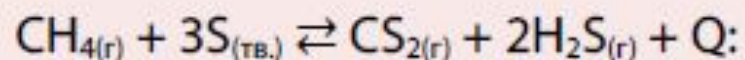


- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| А) понижение давления       | 1) сместит влево          |
| Б) нагревание               | 2) сместит вправо         |
| В) добавление аммиака       | 3) практически не сместит |
| Г) добавление хлороводорода |                           |

а	б	в	г
1	1	1	2

# Практика

**[20]** Установите соответствие между воздействием и направлением, в которое оно смещает равновесие обратимой химической реакции



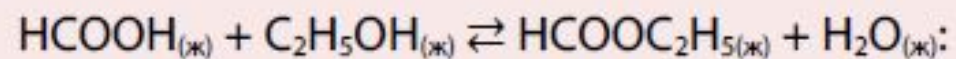
- |                                   |                           |
|-----------------------------------|---------------------------|
| А) увеличение объема сосуда       | 1) сместит влево          |
| Б) понижение температуры          | 2) сместит вправо         |
| В) добавление серы                | 3) практически не сместит |
| Г) уменьшение концентрации метана |                           |

А	Б	В	Г
2	2	3	1



# Практика

[21] Установите соответствие между воздействием и направлением, в которое оно смещает равновесие обратимой химической реакции

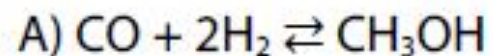


- |                                   |                           |
|-----------------------------------|---------------------------|
| А) понижение давления             | 1) сместит влево          |
| Б) использование катализатора     | 2) сместит вправо         |
| В) повышение концентрации этанола | 3) практически не сместит |
| Г) добавление гидроксида калия    |                           |

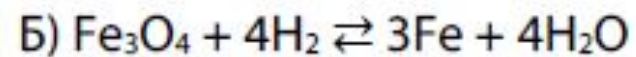
А	Б	В	Г
3	3	2	1

# Практика

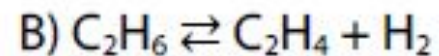
[22] Установите соответствие между обратимой химической реакцией и направлением, в которое смещается ее равновесие при уменьшении концентрации водорода. К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.



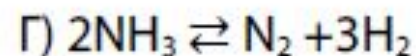
1) в сторону продуктов реакции



2) в сторону исходных веществ



3) равновесие не смещается



А	Б	В	Г
2	2	1	1



# Практика

**[23]** Установите соответствие между обратимой химической реакцией и направлением, в которое сместится равновесие этой реакции при понижении давления. К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

А)  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons 3\text{H}_2 + \text{CO}$       1) в сторону продуктов реакции

Б)  $3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$       2) в сторону исходных веществ

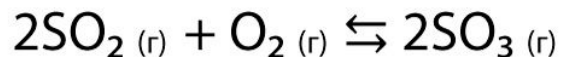
В)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$       3) равновесие не смещается

Г)  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

А	Б	В	Г
1	2	2	3

## Задание №26 (новый формат)

В реактор постоянного объема поместили оксид серы (IV) и кислород.  
В результате протекания обратимой химической реакции:



в системе установилось химическое равновесие. Используя данные, приведенные в таблице, определите равновесную концентрацию  $\text{SO}_2$  (X) и исходную концентрацию  $\text{O}_2$  (Y).

реагент	$\text{SO}_2$	$\text{O}_2$	$\text{SO}_3$
исходная концентрация, моль/л	0,6		
равновесная концентрация, моль/л		0,3	0,4



Выберите из списка номера верных 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 выбранные номера в таблицу под соответствующими буквами:

Ответ:

X	Y

1) Молярная концентрация  $c = n : V$

2) По условию объем реактора не меняется

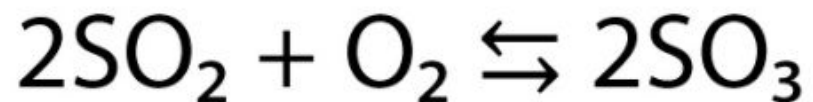
3) Тогда молярная концентрация меняется из-за того, что изменяются количества веществ

4) Можем проводить расчеты по уравнению реакции, взяв концентрацию вместо количества вещества. Реагентов становится меньше, потому в строке изменений они идут со знаком «-». А продукты, которые образуются в ходе реакции, идут со знаком «+».



## Решение методом таблицы

На первом этапе вводим дополнительную строку в таблице, заполняем все про то вещество, которого изначально не было в сосуде.



исходная  
концентрация,  
моль/л

0,6

Y

0

*потому что  
первоначально  
его не было*

изменение  
по реакции,  
моль/л

*- у реагентов*

*+ у продуктов*

равновесная  
концентрация,  
моль/л

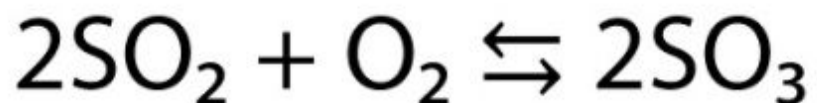
X

0,3

0,4

## Решение методом таблицы

На втором этапе считаем как менялись концентрации веществ, учитывая коэффициенты в уравнении реакции.



исходная  
концентрация,  
моль/л

0,6      Y      0

изменение  
по реакции,  
моль/л

-0,4      -0,2      +0,4

*переходим по  
коэффициентам  
в уравнении*

равновесная  
концентрация,  
моль/л

X      0,3      0,4

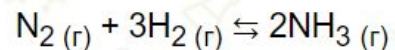






# Практика -36

В реактор постоянного объема поместили азот и водород. В результате протекания обратимой химической реакции:



в системе установилось химическое равновесие. Используя данные, приведенные в таблице, определите равновесную концентрацию азота (X) и исходную концентрацию водорода (Y).

Реагент	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
Исходная концентрация (моль/л)	2,5		
Равновесная концентрация (моль/л)		4,5	2

Выберите их списка номера правильных ответов:

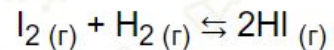
- 1) 0,5 моль/л
- 2) 1 моль/л
- 3) 1,5 моль/л
- 4) 4,5 моль/л
- 5) 7 моль/л
- 6) 7,5 моль/л

В ответ сначала запишите X, затем Y



# Практика - 65

В реактор постоянного объема поместили пары иода и водород. В результате протекания обратимой химической реакции:



в системе установилось химическое равновесие. Используя данные, приведенные в таблице, определите равновесную концентрацию водорода (X) и исходную концентрацию иода (Y).

Реагент	$\text{I}_2$	$\text{H}_2$	$\text{HI}$
Исходная концентрация (моль/л)		10	
Равновесная концентрация (моль/л)	7		2

Выберите их списка номера правильных ответов:

- 1) 1 моль/л
- 2) 2 моль/л
- 3) 5 моль/л
- 4) 6 моль/л
- 5) 8 моль/л
- 6) 9 моль/л

В ответ сначала запишите X, затем Y