



Химическое равновесие и условия его смещения

- Среди всех известных реакций различают реакции **обратимые** и **необратимые**.

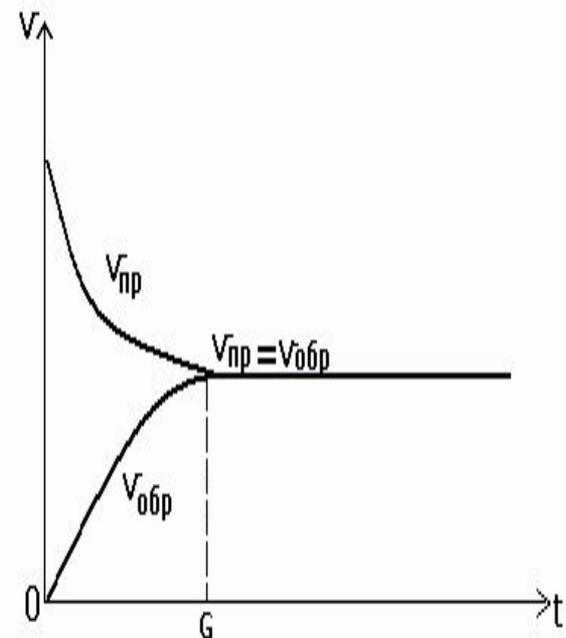


- **Химические реакции, протекающие при данных условиях во взаимно противоположных направлениях, называются обратимыми.**



**Состояние системы,
при котором скорость
прямой реакции равна
скорости обратной
реакции,
называют химическим
равновесием.**

$$U_{\text{пр}} = U_{\text{обр}}$$



Изменение во времени скорости прямой и обратной реакций до достижения состояния равновесия

Состояние химического равновесия сохраняется до тех пор, пока остаются неизменными условия реакции: **концентрация, температура и давление.**



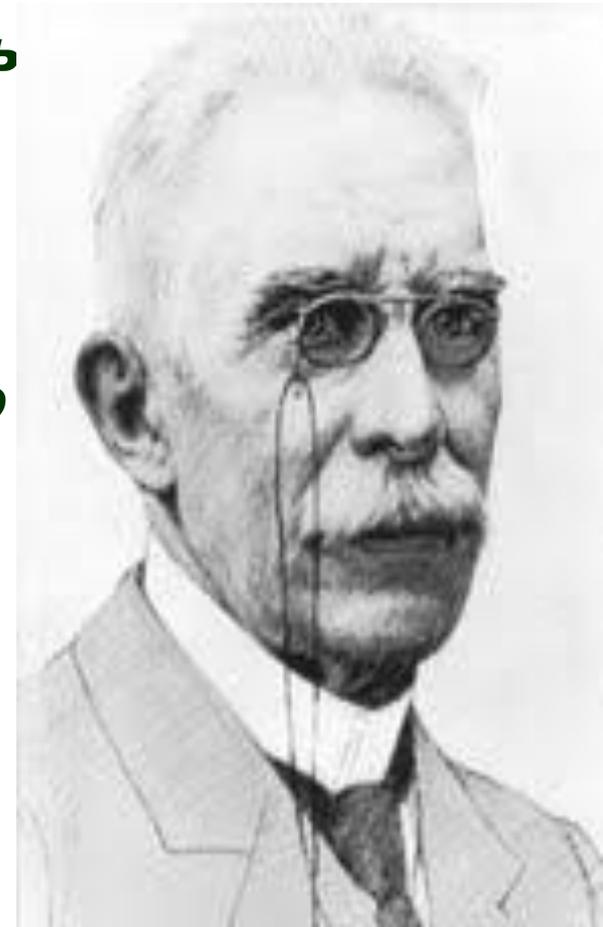
Принцип Ле-Шателье

Анри Луи Ле Шателье (1850-1936), французский физико-химик и металловед, много занимался исследованиями процессов воспламенения, горения, взрывов рудничного газа. Принцип смещения химических равновесий – самое известное, но далеко не единственное научное достижение Ле Шателье. Он ещё изобрел способы приготовления разных видов цемента, термопару для измерения высокой температуры и способ получения аммиака из водорода и азота.



Принцип Ле-Шателье

Ле Шателье не прекращал научной работы даже в очень преклонном возрасте. Он дожил до 86 лет. В его многочисленной семье насчитывалось более ста человек, в том числе трое сыновей, четыре дочери, тридцать четыре внука... Исследования Ле Шателье обеспечили ему широкую известность во всем мире. Достаточно сказать, что он был избран действительным членом многих академий наук и с 1931 года стал президентом Французского химического общества.



Принцип Ле-Шателье

***Если на систему,
находящуюся в
равновесии оказали
внешнее
воздействие, то
равновесие в
системе сместится в
сторону обратную
этому воздействию.***



1) Влияние концентрации

- **Увеличение концентрации реагентов (жидких или газообразных) смещает в сторону продуктов, т.е. в сторону прямой реакции.**
- **Увеличение концентрации продуктов (жидких или газообразных) смещает равновесие в сторону реагентов, т.е. в сторону обратной реакции.**
- **Изменение массы твердого вещества не изменяет положение равновесия.**



2) Влияние температуры

- **Увеличение температуры смещает равновесие в сторону эндотермической реакции(-Q).**



**Куда сместится равновесие
вследствие увеличения
температуры**



**Куда сместится равновесие
вследствие увеличения температуры**



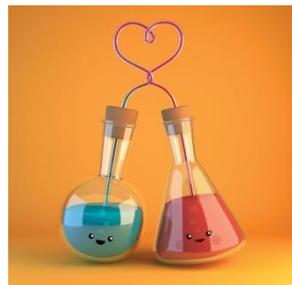
**Вправо, т.к. равновесие смещается в
сторону эндотермической реакции.**



3) Влияние давления

(только для газообразных веществ)

при повышении давления равновесие смещается в сторону уменьшения объема, при понижении давления – в сторону увеличения объёма.



**Куда сместится равновесие
вследствие
увеличения давления**



**Куда сместится равновесие
вследствие
увеличения давления**



- **На течение химической реакции влияют вещества – катализаторы. Но при использовании катализатора понижается энергия активации как прямой, так и обратной реакции на одну и ту же величину и поэтому равновесие не смещается.**



Изменение условий		Сдвигает равновесие в сторону
Температура T	повышение	эндотермической реакции
	понижение	экзотермической реакции
Давление P	повышение	реакции, протекающей с уменьшением объема газов
	понижение	реакции, протекающей с увеличением объема газов
Концентрация реагентов $C_{\text{реаг}}$	повышение	прямой реакции
	понижение	обратной реакции
Концентрация продуктов $C_{\text{прод}}$	повышение	обратной реакции
	понижение	прямой реакции

Задача

- Укажите, как повлияет на равновесие системы :
 - а) повышение давления;
 - б) повышение температуры;
 - в) увеличение концентрации кислорода;



Решение: а)



2 МОЛЬ

1 МОЛЬ

2 МОЛЬ

2V

+

1V

2V

До реакции

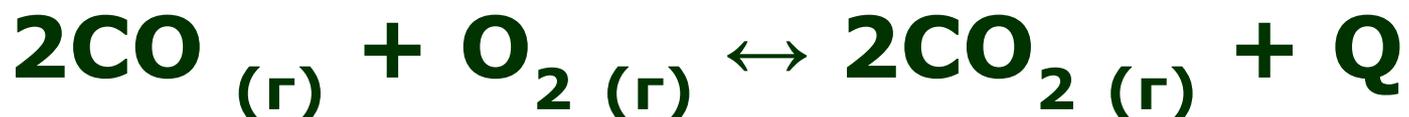
После реакции

3V газов

2V газов



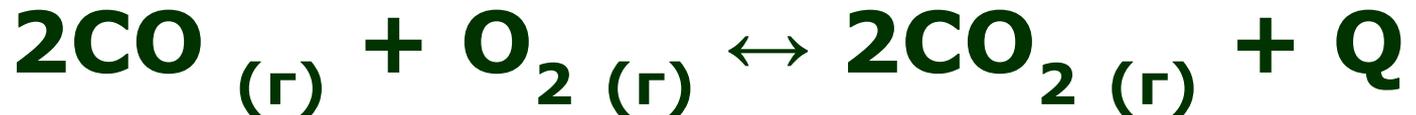
а) повышение давления



- По принципу Ле Шателье, при **увеличении давления, равновесие смещается** в сторону образования веществ, занимающих **меньший объём**, следовательно равновесие сместится вправо, т.е. в сторону образования CO_2 , в сторону прямой реакции (\rightarrow).



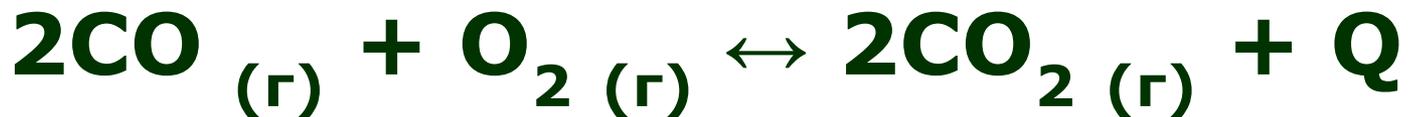
б) повышение температуры



- По принципу Ле Шателье, **при повышении температуры, равновесие смещается** в сторону **эндотермической** реакции ($-Q$), т.е. в сторону обратной реакции – реакции разложения CO_2 (\leftarrow)



в) увеличение концентрации



При увеличении концентрации кислорода равновесие системы

смещается в сторону получения

CO_2 (\rightarrow), т.к. увеличение

концентрации реагентов (жидких или газообразных) смещает в сторону

продуктов, т.е. в сторону прямой реакции.



В реагирующей системе, уравнение которой

$2\text{NO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NOCl}(\text{г}) - Q$, равновесие сместится вправо при :

- 1) повышении давления;
- 2) использовании катализатора;
- 3) понижении температуры;
- 4) повышении концентрации NOCl .



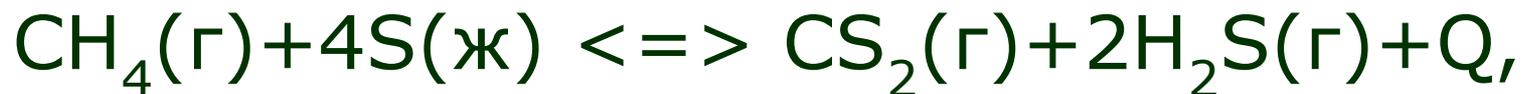
В реагирующей системе, уравнение которой

$2\text{NO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NOCl}(\text{г}) - Q$, равновесие сместится вправо при :

- 1) **повышении давления;**
- 2) использовании катализатора;
- 3) понижении температуры;
- 4) повышении концентрации NOCl .



Равновесие в реакции, уравнение которой

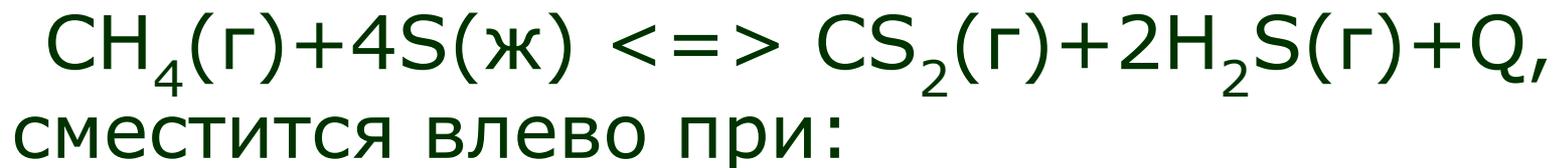


сместится влево при:

- 1) понижении давления;
- 2) понижении температуры;
- 3) дополнительном введении серы ;
- 4) увеличении концентрации H_2S .



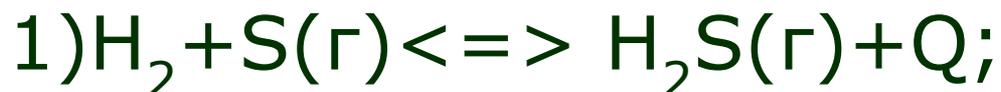
Равновесие в реакции, уравнение которой



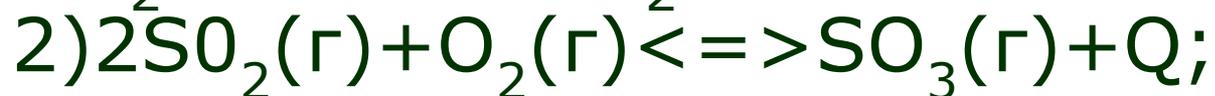
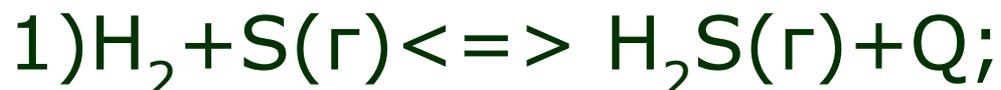
- 1) понижении давления;
- 2) понижении температуры;
- 3) дополнительном введении серы ;
- 4) увеличении концентрации H_2S .**



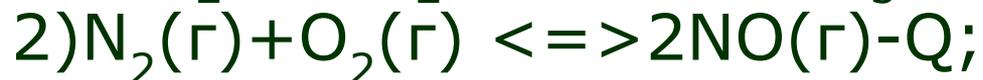
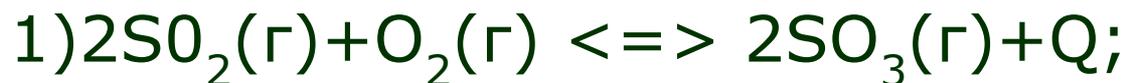
При одновременном повышении температуры и понижении давления химическое равновесие сместится вправо в системе:



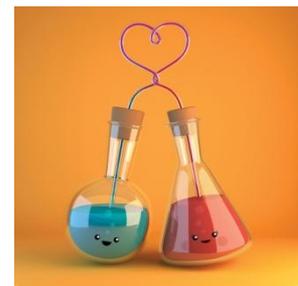
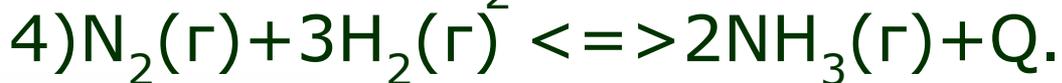
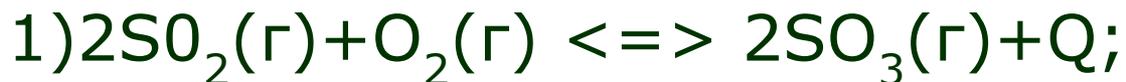
При одновременном повышении температуры и понижении давления химическое равновесие сместится вправо в системе:



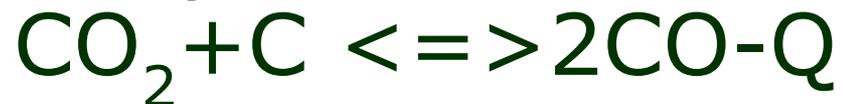
Система, в которой изменение давления не вызовет смещения равновесия:



Система, в которой изменение давления не вызовет смещения равновесия:



Химическое равновесие в системе

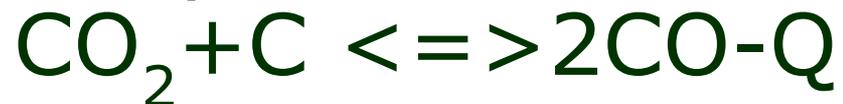


сместится вправо при:

- 1) повышении давления;
- 2) понижении температуры;
- 3) повышении концентрации CO ;
- 4) повышении температуры.



Химическое равновесие в системе



сместится вправо при:

- 1) повышении давления;
- 2) понижении температуры;
- 3) повышении концентрации CO;
- 4) повышении температуры.**



Укажите условия, которые
вызывают сдвиг равновесия:

А) в сторону образования СО:



Укажите условия, которые
вызывают сдвиг равновесия:

Б) в сторону образования Fe_2O_3 :



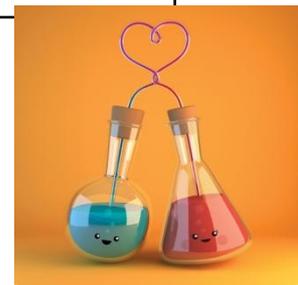
Укажите условия, которые
вызывают сдвиг равновесия:

В) вправо:



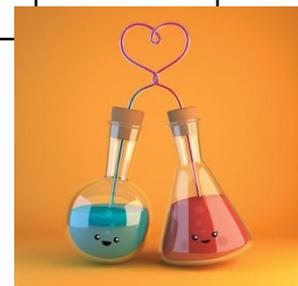
Укажи стрелками направления сдвига равновесия при соответствующих внешних воздействиях

№	Уравнение реакции	Направление сдвига равновесия при повышении			
		T	P	C реаг.	C прод.
1	$\text{CO (г)} + 2\text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{г}) + \text{Q}$				
2	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{г}) + \text{Q}$				
3	$\text{Cl}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{г}) + \text{Q}$				
4	$2\text{HBr}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{Br}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) - \text{Q}$				
5	$3\text{H}_2(\text{г}) + \text{N}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{г}) + \text{Q}$				
6	$2\text{SO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{г}) + \text{Q}$				



Укажи стрелками направления сдвига равновесия при соответствующих внешних воздействиях

№	Уравнение реакции	Направление сдвига равновесия при понижении			
		T	P	C реаг.	C прод.
1	$\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NO} - Q$				
2	$2\text{SO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{г}) + Q$				
3	$\text{Cl}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{HCl} + Q$				
4	$\text{COCl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) - Q$				
5	$2\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{г}) + Q$				
6	$\text{CO}_2(\text{г}) + \text{CaO}(\text{тв}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{тв}) + Q$				



Домашнее задание.

§ 13,
№ 7,8
(стр.63)

