

Химическая связь и строение молекул

Волобуев Максим Николаевич
vmn2007@ukr.net

Сделано с использованием L^AT_EX

Кафедра общей и неорганической химии,
НТУ «ХПИ»

Харьков 2016

Введение

- Большинство веществ состоит не из атомов, а из молекул – продуктов соединения атомов
- Почему атомы объединяются в молекулы?
 - это энергетически выгодно
 - это принципиально возможно: электроны могут находиться в поле действия двух ядер (в молекуле), а не только одного (в атоме)
- Возможность объединения атомов в молекулы связана с понятием «химическая связь»

Введение

- Большинство веществ состоит не из атомов, а из молекул – продуктов соединения атомов
- Почему атомы объединяются в молекулы?
 - это энергетически выгодно
 - это принципиально возможно: электроны могут находиться в поле действия двух ядер (в молекуле), а не только одного (в атоме)
- Возможность объединения атомов в молекулы связана с понятием «химическая связь»

Введение

- Большинство веществ состоит не из атомов, а из молекул – продуктов соединения атомов
- Почему атомы объединяются в молекулы?
 - это энергетически выгодно
 - это принципиально возможно: электроны могут находиться в поле действия двух ядер (в молекуле), а не только одного (в атоме)
- Возможность объединения атомов в молекулы связана с понятием «химическая связь»

Введение

- Большинство веществ состоит не из атомов, а из молекул – продуктов соединения атомов
- Почему атомы объединяются в молекулы?
 - это энергетически выгодно
 - это принципиально возможно: электроны могут находиться в поле действия двух ядер (в молекуле), а не только одного (в атоме)
- Возможность объединения атомов в молекулы связана с понятием «химическая связь»

Введение

- Большинство веществ состоит не из атомов, а из молекул – продуктов соединения атомов
- Почему атомы объединяются в молекулы?
 - это энергетически выгодно
 - это принципиально возможно: электроны могут находиться в поле действия двух ядер (в молекуле), а не только одного (в атоме)
- Возможность объединения атомов в молекулы связана с понятием «химическая связь»

Определения

- Химическая связь – межатомное взаимодействие через перекрывание электронных облаков
- Энергия связи: энергия, требующаяся для ее разрушения
 - $\text{CH}_4 = \text{C} + 4\text{H}$, $Q = 1647$ кДж/моль
 - $E_{\text{св}}(\text{C} - \text{H}) = 1647/4 = 412$ кДж/моль
 - сравним прочность молекул HF и HCl (однотипные!)
 - $E_{\text{св}}(\text{H} - \text{F}) = 569$ кДж/моль
 - $E_{\text{св}}(\text{H} - \text{Cl}) = 432$ кДж/моль
- Длина связи: расстояние между центрами атомов

Определения

- Химическая связь – межатомное взаимодействие через перекрывание электронных облаков
- Энергия связи: энергия, требующаяся для ее разрушения
 - $\text{CH}_4 = \text{C} + 4\text{H}$, $Q = 1647$ кДж/моль
 - $E_{\text{св}}(\text{C} - \text{H}) = 1647/4 = 412$ кДж/моль
 - сравним прочность молекул HF и HCl (однотипные!)
 - $E_{\text{св}}(\text{F} - \text{H}) = 566$ кДж/моль,
 - $E_{\text{св}}(\text{Cl} - \text{H}) = 432$ кДж/моль
 - вывод: молекула HF прочнее
- Длина связи: расстояние между центрами атомов

Определения

- Химическая связь – межатомное взаимодействие через перекрывание электронных облаков
- Энергия связи: энергия, требующаяся для ее разрушения
 - $\text{CH}_4 = \text{C} + 4\text{H}$, $Q = 1647$ кДж/моль
 - $E_{\text{св}}(\text{C} - \text{H}) = 1647/4 = 412$ кДж/моль
 - сравним прочность молекул HF и HCl (однотипные!)
 - $E_{\text{св}}(\text{F} - \text{H}) = 566$ кДж/моль,
 - $E_{\text{св}}(\text{Cl} - \text{H}) = 432$ кДж/моль
 - вывод: молекула HF прочнее
- Длина связи: расстояние между центрами атомов

Определения

- Химическая связь – межатомное взаимодействие через перекрывание электронных облаков
- Энергия связи: энергия, требующаяся для ее разрушения
 - $\text{CH}_4 = \text{C} + 4\text{H}$, $Q = 1647$ кДж/моль
 - $E_{\text{св}}(\text{C} - \text{H}) = 1647/4 = 412$ кДж/моль
 - сравним прочность молекул HF и HCl (однотипные!)
 - $E_{\text{св}}(\text{F} - \text{H}) = 566$ кДж/моль,
 - $E_{\text{св}}(\text{Cl} - \text{H}) = 432$ кДж/моль
 - вывод: молекула HF прочнее
- Длина связи: расстояние между центрами атомов

Определения

- Химическая связь – межатомное взаимодействие через перекрывание электронных облаков
- Энергия связи: энергия, требующаяся для ее разрушения
 - $\text{C H}_4 = \text{C} + 4\text{H}$, $Q = 1647$ кДж/моль
 - $E_{\text{св}}(\text{C} - \text{H}) = 1647/4 = 412$ кДж/моль
 - сравним прочность молекул HF и HCl (однотипные!)
 - $E_{\text{св}}(\text{F} - \text{H}) = 566$ кДж/моль,
 - $E_{\text{св}}(\text{Cl} - \text{H}) = 432$ кДж/моль
 - вывод: молекула HF прочнее
- Длина связи: расстояние между центрами атомов

Определения

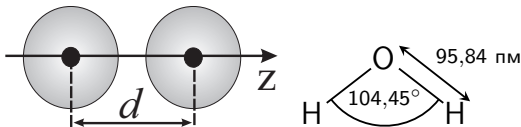
- Химическая связь – межатомное взаимодействие через перекрывание электронных облаков
- Энергия связи: энергия, требующаяся для ее разрушения
 - $\text{C H}_4 = \text{C} + 4\text{H}$, $Q = 1647$ кДж/моль
 - $E_{\text{св}}(\text{C} - \text{H}) = 1647/4 = 412$ кДж/моль
 - сравним прочность молекул HF и HCl (однотипные!)
 - $E_{\text{св}}(\text{F} - \text{H}) = 566$ кДж/моль,
 $E_{\text{св}}(\text{Cl} - \text{H}) = 432$ кДж/моль
 - вывод: молекула HF прочнее
- Длина связи: расстояние между центрами атомов

Определения

- Химическая связь – межатомное взаимодействие через перекрывание электронных облаков
- Энергия связи: энергия, требующаяся для ее разрушения
 - $\text{C H}_4 = \text{C} + 4\text{H}$, $Q = 1647$ кДж/моль
 - $E_{\text{св}}(\text{C} - \text{H}) = 1647/4 = 412$ кДж/моль
 - сравним прочность молекул HF и HCl (однотипные!)
 - $E_{\text{св}}(\text{F} - \text{H}) = 566$ кДж/моль,
 $E_{\text{св}}(\text{Cl} - \text{H}) = 432$ кДж/моль
 - вывод: молекула HF прочнее
- Длина связи: расстояние между центрами атомов

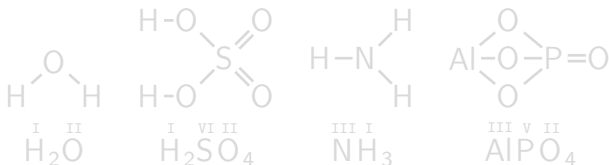
Определения

- Химическая связь – межатомное взаимодействие через перекрывание электронных облаков
- Энергия связи: энергия, требующаяся для ее разрушения
 - $\text{C H}_4 = \text{C} + 4\text{H}$, $Q = 1647$ кДж/моль
 - $E_{\text{св}}(\text{C} - \text{H}) = 1647/4 = 412$ кДж/моль
 - сравним прочность молекул HF и HCl (однотипные!)
 - $E_{\text{св}}(\text{F} - \text{H}) = 566$ кДж/моль,
 $E_{\text{св}}(\text{Cl} - \text{H}) = 432$ кДж/моль
 - вывод: молекула HF прочнее
- Длина связи: расстояние между центрами атомов



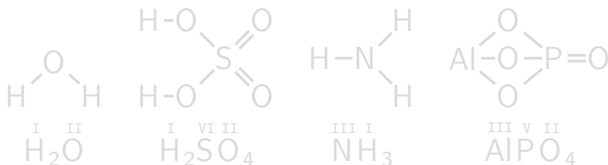
Ковалентная связь: базовые понятия

- Ковалентная связь: два соседних атома связаны общей электронной парой
- Кратные связи: несколько общих пар
- Изображение на схемах: $\text{H} - \text{H}$, $\text{H} : \text{H}$, $\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$
- Валентность: количество связей атома в соединении



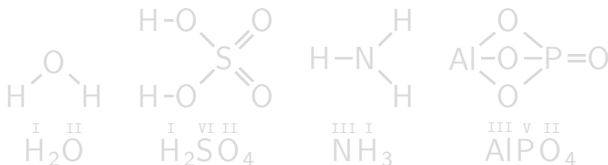
Ковалентная связь: базовые понятия

- Ковалентная связь: два соседних атома связаны общей электронной парой
- Кратные связи: несколько общих пар
- Изображение на схемах: $\text{H} - \text{H}$, $\text{H} : \text{H}$, $\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$
- Валентность: количество связей атома в соединении



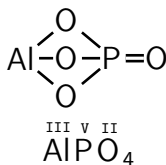
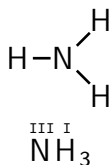
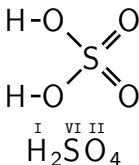
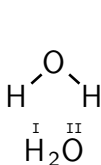
Ковалентная связь: базовые понятия

- Ковалентная связь: два соседних атома связаны общей электронной парой
- Кратные связи: несколько общих пар
- Изображение на схемах: $\text{H} - \text{H}$, $\text{H} : \text{H}$, $\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$
- Валентность: количество связей атома в соединении

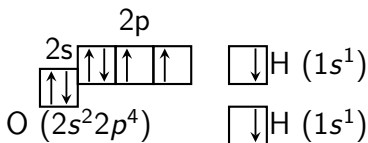


Ковалентная связь: базовые понятия

- Ковалентная связь: два соседних атома связаны общей электронной парой
- Кратные связи: несколько общих пар
- Изображение на схемах: $\text{H} - \text{H}$, $\text{H} : \text{H}$, $\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$
- Валентность: количество связей атома в соединении

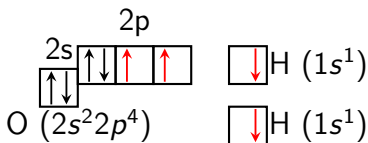


Обменный механизм образования связи



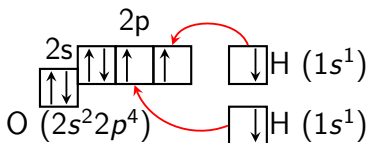
- Пример: образование молекулы H_2O
- Атомы H и O имеют неспаренные электроны
- Эти электроны взаимодействуют, образуя общие пары
- Собственные электронные пары атома O в образовании связи не участвуют
- Зная количество неспаренных электронов в атоме, можно предсказать его валентность (O – 2, H – 1)

Обменный механизм образования связи



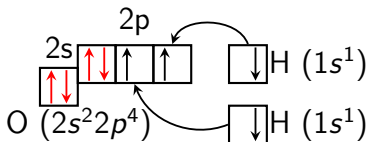
- Пример: образование молекулы H_2O
- Атомы H и O имеют **неспаренные электроны**
- Эти электроны взаимодействуют, образуя общие пары
- Собственные электронные пары атома O в образовании связи не участвуют
- Зная количество неспаренных электронов в атоме, можно предсказать его валентность ($\text{O} - 2$, $\text{H} - 1$)

Обменный механизм образования связи



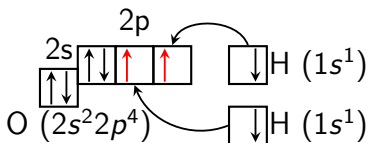
- Пример: образование молекулы H_2O
- Атомы H и O имеют неспаренные электроны
- Эти электроны **взаимодействуют**, образуя общие пары
- Собственные электронные пары атома O в образовании связи не участвуют
- Зная количество неспаренных электронов в атоме, можно предсказать его валентность (O – 2, H – 1)

Обменный механизм образования связи



- Пример: образование молекулы H_2O
- Атомы H и O имеют неспаренные электроны
- Эти электроны взаимодействуют, образуя общие пары
- **Собственные электронные пары** атома O в образовании связи **не участвуют**
- Зная количество неспаренных электронов в атоме, можно предсказать его валентность (O – 2, H – 1)

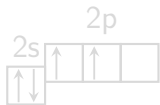
Обменный механизм образования связи



- Пример: образование молекулы H_2O
- Атомы H и O имеют неспаренные электроны
- Эти электроны взаимодействуют, образуя общие пары
- Собственные электронные пары атома O в образовании связи не участвуют
- Зная количество неспаренных электронов в атоме, можно предсказать его валентность (O – 2, H – 1)

Изменение валентности

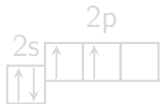
- Является ли валентность атома постоянной?
- Валентность можно увеличить за счёт перехода электронов между подуровнями одного уровня ($ns \rightarrow np$, $np \rightarrow nd$, $ns \rightarrow nd$, но $3p \nrightarrow 4s!$)
- Например, у атома С есть 2 неспаренных электрона



- Однако, валентность С можно увеличить за счёт перехода $2s \rightarrow 2p$

Изменение валентности

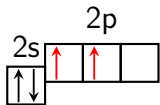
- Является ли валентность атома постоянной?
- Валентность можно увеличить **за счёт перехода электронов между подуровнями одного уровня** ($ns \rightarrow np$, $np \rightarrow nd$, $ns \rightarrow nd$, но $3p \nrightarrow 4s!$)
- Например, у атома С есть 2 неспаренных электрона



- Однако, валентность С можно увеличить за счёт перехода $2s \rightarrow 2p$

Изменение валентности

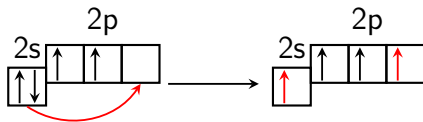
- Является ли валентность атома постоянной?
- Валентность можно увеличить за счёт перехода электронов между подуровнями одного уровня ($ns \rightarrow np$, $np \rightarrow nd$, $ns \rightarrow nd$, но $3p \nrightarrow 4s!$)
- Например, у атома С есть **2 неспаренных электрона**



- Однако, валентность С можно увеличить за счёт перехода $2s \rightarrow 2p$

Изменение валентности

- Является ли валентность атома постоянной?
- Валентность можно увеличить за счёт перехода электронов между подуровнями одного уровня ($ns \rightarrow np$, $np \rightarrow nd$, $ns \rightarrow nd$, но $3p \nrightarrow 4s!$)
- Например, у атома С есть 2 неспаренных электрона



- Однако, валентность С можно **увеличить за счёт перехода $2s \rightarrow 2p$**

Донорно-акцепторный механизм

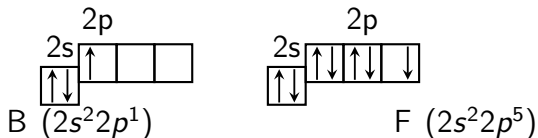
- Донорно-акцепторный механизм: пара электронов + вакантная АО.
- Пример: образование иона $[\text{BF}_4]^- = \text{BF}_3 + \text{F}^-$



- Атом бора увеличивает валентность с 1 до 3
- Образуется 3 связи по обменному механизму (показана одна из трёх связей с тремя атомами F)
- Образование донорно-акцепторной связи: пара электронов от F^- + вакантная АО от B
- Любую связь можно описать как донорно-акцепторную

Донорно-акцепторный механизм

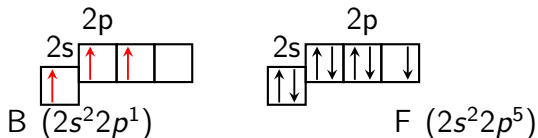
- Донорно-акцепторный механизм: пара электронов + вакантная АО.
- Пример: образование иона $[\text{BF}_4]^- = \text{BF}_3 + \text{F}^-$



- Атом бора увеличивает валентность с 1 до 3
- Образуется 3 связи по обменному механизму (показана одна из трёх связей с тремя атомами F)
- Образование донорно-акцепторной связи: пара электронов от F^- + вакантная АО от B
- Любую связь можно описать как донорно-акцепторную

Донорно-акцепторный механизм

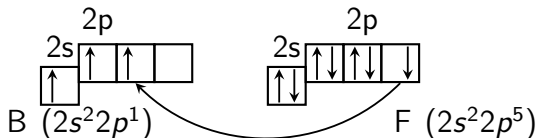
- Донорно-акцепторный механизм: пара электронов + вакантная АО.
- Пример: образование иона $[\text{BF}_4]^- = \text{BF}_3 + \text{F}^-$



- Атом бора увеличивает валентность с 1 до 3
- Образуется 3 связи по обменному механизму (показана одна из трёх связей с тремя атомами F)
- Образование донорно-акцепторной связи: пара электронов от F^- + вакантная АО от B
- Любую связь можно описать как донорно-акцепторную

Донорно-акцепторный механизм

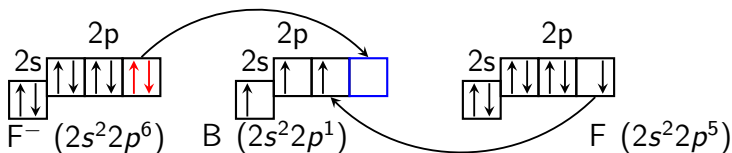
- Донорно-акцепторный механизм: пара электронов + вакантная АО.
- Пример: образование иона $[\text{BF}_4]^- = \text{BF}_3 + \text{F}^-$



- Атом бора увеличивает валентность с 1 до 3
- Образуется **3 связи** по обменному механизму (показана одна из трёх связей с тремя атомами F)
- Образование донорно-акцепторной связи: пара электронов от F^- + вакантная АО от B
- Любую связь можно описать как донорно-акцепторную

Донорно-акцепторный механизм

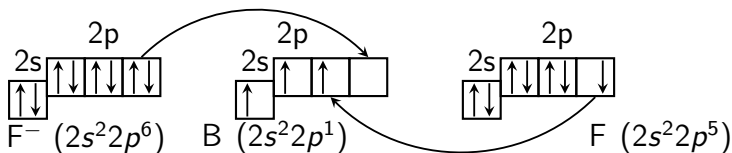
- Донорно-акцепторный механизм: пара электронов + вакантная АО.
- Пример: образование иона $[\text{BF}_4]^- = \text{BF}_3 + \text{F}^-$



- Атом бора увеличивает валентность с 1 до 3
- Образуется 3 связи по обменному механизму (показана одна из трёх связей с тремя атомами F)
- Образование донорно-акцепторной связи: пара электронов от F^- + вакантная АО от B
- Любую связь можно описать как донорно-акцепторную

Донорно-акцепторный механизм

- Донорно-акцепторный механизм: пара электронов + вакантная АО.
- Пример: образование иона $[\text{BF}_4]^- = \text{BF}_3 + \text{F}^-$



- Атом бора увеличивает валентность с 1 до 3
- Образуется 3 связи по обменному механизму (показана одна из трёх связей с тремя атомами F)
- Образование донорно-акцепторной связи: пара электронов от F^- + вакантная АО от B
- Любую связь можно описать как донорно-акцепторную

Свойства ковалентной связи

- Связь становится **полярной**, если общая электронная пара смещается к одному из атомов. Причина: различия в **электроотрицательности** атомов.

$\Delta\chi$	0	0,5	1,0	1,5	1,7	2,0	2,5	3,0
% ион	0	6	22	43	50	63	79	89
Тип	Неполярная		Полярная			Ионная		

- Насыщаемость определяет стехиометрию соединений
- Направленность связи: σ , π , δ связи

 σ π δ

Свойства ковалентной связи

- Связь становится полярной, если общая электронная пара смещается к одному из атомов. Причина: различия в **электроотрицательности** атомов.

$\Delta\chi$	0	0,5	1,0	1,5	1,7	2,0	2,5	3,0
% ион	0	6	22	43	50	63	79	89
Тип	Неполярная		Полярная			Ионная		

- Насыщаемость определяет стехиометрию соединений
- Направленность связи: σ , π , δ связи

 σ π δ

Свойства ковалентной связи

- Связь становится полярной, если общая электронная пара смещается к одному из атомов. Причина: различия в электроотрицательности атомов.

$\Delta\chi$	0	0,5	1,0	1,5	1,7	2,0	2,5	3,0
% ион	0	6	22	43	50	63	79	89
Тип	Неполярная		Полярная			Ионная		

- Насыщаемость** определяет стехиометрию соединений
- Направленность связи: σ , π , δ связи

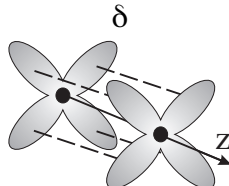
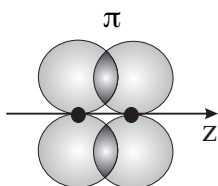
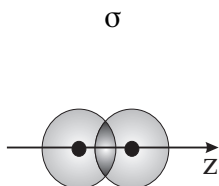
 σ π δ

Свойства ковалентной связи

- Связь становится полярной, если общая электронная пара смещается к одному из атомов. Причина: различия в электроотрицательности атомов.

$\Delta\chi$	0	0,5	1,0	1,5	1,7	2,0	2,5	3,0
% ион	0	6	22	43	50	63	79	89
Тип	Неполярная		Полярная			Ионная		

- Насыщаемость определяет стехиометрию соединений
- Направленность** связи: σ , π , δ связи



Свойства ковалентной связи (окончание)

- **Полярность связи** – смещение общей пары электронов к атому с большей электроотрицательностью:
 - описывается вектором дипольного момента $\mu = \delta l$
 - δ – избыточный заряд на атоме
 - l – единичный вектор, направленный вдоль связи
- **Полярность молекулы** – векторная сумма μ_i связей
 - Рассмотрим пример – молекулу BeF_2



- атомы Be и F имеют разную электроотрицательность
- следствие – появление зарядов на атомах δ^+ и δ^-
- связи полярны: $\mu_1 \neq 0$ и $\mu_2 \neq 0$
- молекула неполярна: $\mu_1 + \mu_2 = 0!$

Свойства ковалентной связи (окончание)

- **Полярность связи** – смещение общей пары электронов к атому с большей электроотрицательностью:
 - описывается вектором дипольного момента $\mu = \delta l$
 - δ – избыточный заряд на атоме
 - l – единичный вектор, направленный вдоль связи
- **Полярность молекулы** – векторная сумма μ_i связей
 - Рассмотрим пример – молекулу BeF_2



- атомы Be и F имеют разную электроотрицательность
- следствие – появление зарядов на атомах δ^+ и δ^-
- связи полярны: $\mu_1 \neq 0$ и $\mu_2 \neq 0$
- молекула неполярна: $\mu_1 + \mu_2 = 0!$

Свойства ковалентной связи (окончание)

- **Полярность связи** – смещение общей пары электронов к атому с большей электроотрицательностью:
 - описывается вектором дипольного момента $\mu = \delta l$
 - δ – избыточный заряд на атоме
 - l – единичный вектор, направленный вдоль связи
- **Полярность молекулы** – векторная сумма μ_i связей
 - Рассмотрим пример – молекулу BeF_2



- атомы Be и F имеют разную электроотрицательность
- следствие – появление зарядов на атомах δ^+ и δ^-
- связи полярны: $\mu_1 \neq 0$ и $\mu_2 \neq 0$
- молекула неполярна: $\mu_1 + \mu_2 = 0!$

Свойства ковалентной связи (окончание)

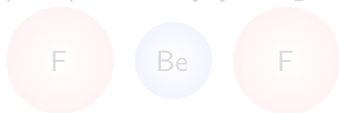
- **Полярность связи** – смещение общей пары электронов к атому с большей электроотрицательностью:
 - описывается вектором дипольного момента $\mu = \delta l$
 - δ – избыточный заряд на атоме
 - l – единичный вектор, направленный вдоль связи
- **Полярность молекулы** – векторная сумма μ_i связей
 - Рассмотрим пример – молекулу BeF_2



- атомы Be и F имеют разную электроотрицательность
- следствие – появление зарядов на атомах δ^+ и δ^-
- связи полярны: $\mu_1 \neq 0$ и $\mu_2 \neq 0$
- молекула неполярна: $\mu_1 + \mu_2 = 0!$

Свойства ковалентной связи (окончание)

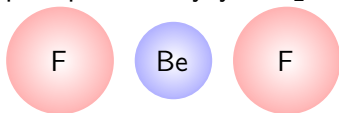
- **Полярность связи** – смещение общей пары электронов к атому с большей электроотрицательностью:
 - описывается вектором дипольного момента $\mu = \delta l$
 - δ – избыточный заряд на атоме
 - l – единичный вектор, направленный вдоль связи
- **Полярность молекулы** – векторная сумма μ_i связей
 - Рассмотрим пример – молекулу BeF_2



- атомы Be и F имеют разную электроотрицательность
- следствие – появление зарядов на атомах δ^+ и δ^-
- **связи полярны:** $\mu_1 \neq 0$ и $\mu_2 \neq 0$
- **молекула неполярна:** $\mu_1 + \mu_2 = 0!$

Свойства ковалентной связи (окончание)

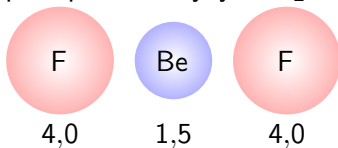
- **Полярность связи** – смещение общей пары электронов к атому с большей электроотрицательностью:
 - описывается вектором дипольного момента $\mu = \delta l$
 - δ – избыточный заряд на атоме
 - l – единичный вектор, направленный вдоль связи
- **Полярность молекулы** – векторная сумма μ_i связей
 - Рассмотрим пример – молекулу BeF_2



- атомы Be и F имеют разную электроотрицательность
- следствие – появление зарядов на атомах δ^+ и δ^-
- **связи полярны**: $\mu_1 \neq 0$ и $\mu_2 \neq 0$
- **молекула неполярна**: $\mu_1 + \mu_2 = 0!$

Свойства ковалентной связи (окончание)

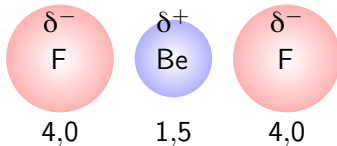
- **Полярность связи** – смещение общей пары электронов к атому с большей электроотрицательностью:
 - описывается вектором дипольного момента $\mu = \delta l$
 - δ – избыточный заряд на атоме
 - l – единичный вектор, направленный вдоль связи
- **Полярность молекулы** – векторная сумма μ_i связей
 - Рассмотрим пример – молекулу BeF_2



- атомы Be и F имеют разную электроотрицательность
- следствие – появление зарядов на атомах δ^+ и δ^-
- **связи полярны:** $\mu_1 \neq 0$ и $\mu_2 \neq 0$
- **молекула неполярна:** $\mu_1 + \mu_2 = 0!$

Свойства ковалентной связи (окончание)

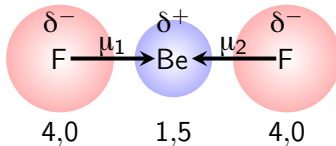
- **Полярность связи** – смещение общей пары электронов к атому с большей электроотрицательностью:
 - описывается вектором дипольного момента $\mu = \delta l$
 - δ – избыточный заряд на атоме
 - l – единичный вектор, направленный вдоль связи
- **Полярность молекулы** – векторная сумма μ_i связей
 - Рассмотрим пример – молекулу BeF_2



- атомы Be и F имеют разную электроотрицательность
- следствие – появление зарядов на атомах δ^+ и δ^-
- **связи полярны:** $\mu_1 \neq 0$ и $\mu_2 \neq 0$
- **молекула неполярна:** $\mu_1 + \mu_2 = 0!$

Свойства ковалентной связи (окончание)

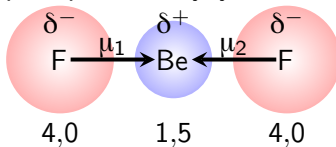
- **Полярность связи** – смещение общей пары электронов к атому с большей электроотрицательностью:
 - описывается вектором дипольного момента $\mu = \delta l$
 - δ – избыточный заряд на атоме
 - l – единичный вектор, направленный вдоль связи
- **Полярность молекулы** – векторная сумма μ_i связей
 - Рассмотрим пример – молекулу BeF_2



- атомы Be и F имеют разную электроотрицательность
- следствие – появление зарядов на атомах δ^+ и δ^-
- **связи полярны**: $\mu_1 \neq 0$ и $\mu_2 \neq 0$
- **молекула неполярна**: $\mu_1 + \mu_2 = 0!$

Свойства ковалентной связи (окончание)

- **Полярность связи** – смещение общей пары электронов к атому с большей электроотрицательностью:
 - описывается вектором дипольного момента $\mu = \delta l$
 - δ – избыточный заряд на атоме
 - l – единичный вектор, направленный вдоль связи
- **Полярность молекулы** – векторная сумма μ_i связей
 - Рассмотрим пример – молекулу BeF_2



- атомы Be и F имеют разную электроотрицательность
- следствие – появление зарядов на атомах δ^+ и δ^-
- **связи полярны**: $\mu_1 \neq 0$ и $\mu_2 \neq 0$
- **молекула неполярна**: $\mu_1 + \mu_2 = 0!$

Форма молекул

- Форма молекулы определяется направлением связей
- Можно ли определить форму простейшей молекулы $AХ_n$, зная строение атомов А и Х?
- Трудности возникают сразу. Пример – H_2O :
 - А – О, Х – Н, $n = 2$
 - конфигурация атомов О и Н, образование связей:



- в образовании двух связей задействуется две p -орбитали атома О
- p -орбитали расположены под углом 90°
- однако $\angle(HOH) \approx 104^\circ$ – несоответствие!

Форма молекул

- Форма молекулы определяется направлением связей
- Можно ли определить форму простейшей молекулы $AХ_n$, зная строение атомов А и Х?
- Трудности возникают сразу. Пример – H_2O :

- А – О, Х – Н, $n = 2$

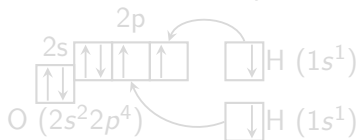
- конфигурация атомов О и Н, образование связей:



- в образовании двух связей задействуется две p -орбитали атома О
 - p -орбитали расположены под углом 90°
 - однако $\angle(HOH) \approx 104^\circ$ – несоответствие!

Форма молекул

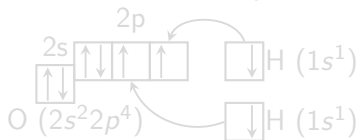
- Форма молекулы определяется направлением связей
- Можно ли определить форму простейшей молекулы $AХ_n$, зная строение атомов А и Х?
- Трудности возникают сразу. Пример – H_2O :
 - А – О, Х – Н, $n = 2$
 - конфигурация атомов О и Н, образование связей:



- в образовании двух связей задействуется две p -орбитали атома О
- p -орбитали расположены под углом 90°
- однако $\angle(HOH) \approx 104^\circ$ – несоответствие!

Форма молекул

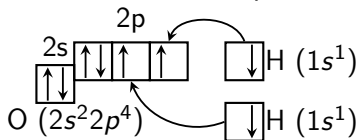
- Форма молекулы определяется направлением связей
- Можно ли определить форму простейшей молекулы $AХ_n$, зная строение атомов А и Х?
- Трудности возникают сразу. Пример – H_2O :
 - А – О, Х – Н, $n = 2$
 - конфигурация атомов О и Н, образование связей:



- в образовании двух связей задействуется две p -орбитали атома О
- p -орбитали расположены под углом 90°
- однако $\angle(HOH) \approx 104^\circ$ – несоответствие!

Форма молекул

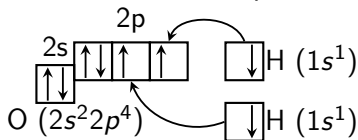
- Форма молекулы определяется направлением связей
- Можно ли определить форму простейшей молекулы $AХ_n$, зная строение атомов А и Х?
- Трудности возникают сразу. Пример – H_2O :
 - А – О, Х – Н, $n = 2$
 - конфигурация атомов О и Н, образование связей:



- в образовании двух связей задействуется две p -орбитали атома О
- p -орбитали расположены под углом 90°
- однако $\angle(HOH) \approx 104^\circ$ – несоответствие!

Форма молекул

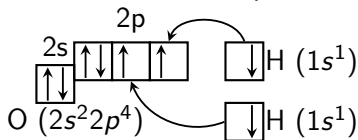
- Форма молекулы определяется направлением связей
- Можно ли определить форму простейшей молекулы $AХ_n$, зная строение атомов А и Х?
- Трудности возникают сразу. Пример – H_2O :
 - А – О, Х – Н, $n = 2$
 - конфигурация атомов О и Н, образование связей:



- в образовании двух связей задействуется две p -орбитали атома О
- p -орбитали расположены под углом 90°
- однако $\angle(HOH) \approx 104^\circ$ – несоответствие!

Форма молекул

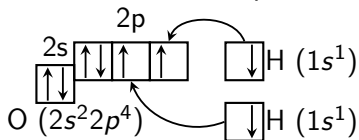
- Форма молекулы определяется направлением связей
- Можно ли определить форму простейшей молекулы $AХ_n$, зная строение атомов А и Х?
- Трудности возникают сразу. Пример – H_2O :
 - А – О, Х – Н, $n = 2$
 - конфигурация атомов О и Н, образование связей:



- в образовании двух связей задействуется две p -орбитали атома О
- p -орбитали расположены под углом 90°
- однако $\angle(HOH) \approx 104^\circ$ – несоответствие!

Форма молекул

- Форма молекулы определяется направлением связей
- Можно ли определить форму простейшей молекулы $AХ_n$, зная строение атомов А и Х?
- Трудности возникают сразу. Пример – H_2O :
 - А – О, Х – Н, $n = 2$
 - конфигурация атомов О и Н, образование связей:



- в образовании двух связей задействуется две p -орбитали атома О
- p -орбитали расположены под углом 90°
- однако $\angle(HOH) \approx 104^\circ$ – несоответствие!

Гибридизация АО

- Для объяснения наблюдаемой формы молекул используют понятие о гибридизации АО
- Гибридизация АО – смешивание АО разных типов:
- Смешиваться могут только АО одного уровня
- Ориентация гибридных АО определяется типом:

$$s + p = sp \quad s + 2p = sp^2 \quad s + 3p = sp^3 \quad sp^3d \quad sp^3d^2$$

- Вывод: зная тип гибридизации, можно указать форму молекулы!

Гибридизация АО

- Для объяснения наблюдаемой формы молекул используют понятие о гибридизации АО
- **Гибридизация АО** – смешивание АО разных типов:



- Смешиваться могут только АО одного уровня
- Ориентация гибридных АО определяется типом:



- Вывод: зная тип гибридизации, можно указать форму молекулы!

Гибридизация АО

- Для объяснения наблюдаемой формы молекул используют понятие о гибридизации АО
- Гибридизация АО – смешивание АО разных типов:



- Смешиваться могут только **АО одного уровня**
- Ориентация гибридных АО определяется типом:



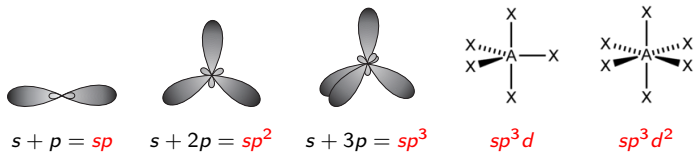
- Вывод: зная тип гибридизации, можно указать форму молекулы!

Гибридизация АО

- Для объяснения наблюдаемой формы молекул используют понятие о гибридизации АО
- Гибридизация АО – смешивание АО разных типов:



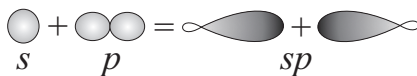
- Смешиваться могут только АО одного уровня
- Ориентация гибридных АО определяется **ТИПОМ**:



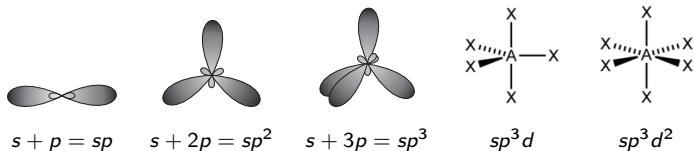
- Вывод: зная тип гибридизации, можно указать форму молекулы!

Гибридизация АО

- Для объяснения наблюдаемой формы молекул используют понятие о гибридизации АО
- Гибридизация АО – смешивание АО разных типов:



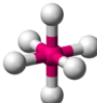


- Смешиваться могут только АО одного уровня
- Ориентация гибридных АО определяется типом:



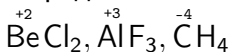
- Вывод: зная тип гибридизации, можно указать форму молекулы!

Связь гибридизации АО с формой молекулы

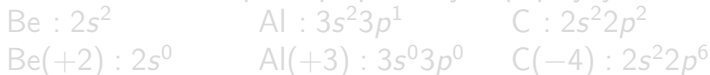
Гибридизация	Форма молекулы	Пример
sp	линейная	
sp^2	треугольная	
sp^3	тетраэдрическая	
$sp^3 d$	тригонально-бипирамидальная	
$sp^3 d^2$	октаэдрическая	

Определение геометрии молекулы $AХ_n$

- 1 Определяют степень окисления центрального атома



- 2 Записывают электронографическую формулу иона



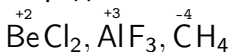
- 3 Определяют тип гибридизации АО центрального атома: гибридизуются n АО (вакантные у катиона и заполненные – у аниона) в порядке возрастания энергии



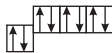
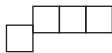
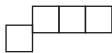
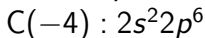
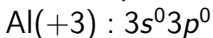
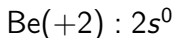
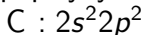
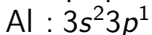
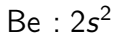
- 4 Геометрия определяется типом гибридизации АО центрального атома

Определение геометрии молекулы $AХ_n$

- 1 Определяют степень окисления центрального атома



- 2 Записывают электронографическую формулу иона



- 3 Определяют тип гибридизации АО центрального атома: гибридизуются n АО (вакантные у катиона и заполненные – у аниона) в порядке возрастания энергии



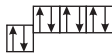
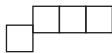
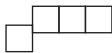
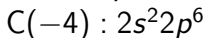
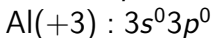
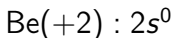
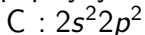
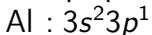
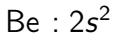
- 4 Геометрия определяется типом гибридизации АО центрального атома

Определение геометрии молекулы $AХ_n$

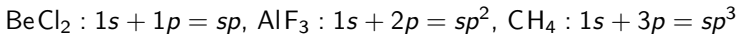
1. Определяют степень окисления центрального атома



2. Записывают электронографическую формулу иона



3. Определяют тип гибридизации АО центрального атома: гибридизуются n АО (вакантные у катиона и заполненные – у аниона) в порядке возрастания энергии



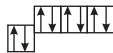
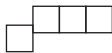
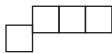
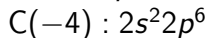
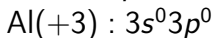
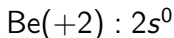
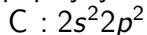
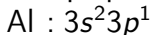
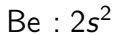
4. Геометрия определяется типом гибридизации АО центрального атома

Определение геометрии молекулы $AХ_n$

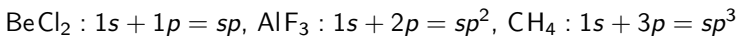
1. Определяют степень окисления центрального атома



2. Записывают электронографическую формулу иона



3. Определяют тип гибридизации АО центрального атома: гибридизуются n АО (вакантные у катиона и заполненные – у аниона) в порядке возрастания энергии



4. Геометрия определяется типом гибридизации АО центрального атома

Ионная связь

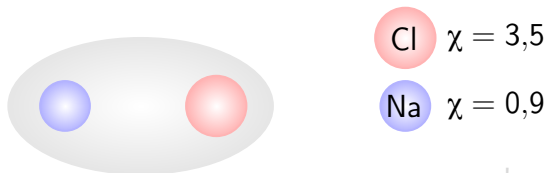
- **Ионная** связь: предельный случай полярной связи
- В NaCl электроотрицательности сильно отличаются



- Атомы превращаются в ионы: поляризация!
- В кристалле все ионы взаимодействует между собой
- Следствие: нет направленности и насыщенности связи
- Ионные вещества тугоплавки (высокая $E_{св}$) и неэлектропроводны

Ионная связь

- Ионная связь: предельный случай полярной связи
- В NaCl электроотрицательности сильно отличаются



- Атомы превращаются в ионы: поляризация!
- В кристалле все ионы взаимодействует между собой
- Следствие: нет направленности и насыщенности связи
- Ионные вещества тугоплавки (высокая $E_{св}$) и неэлектропроводны

Ионная связь

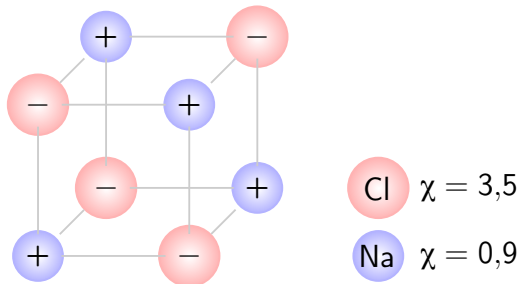
- Ионная связь: предельный случай полярной связи
- В NaCl электроотрицательности сильно отличаются



- Атомы превращаются в ионы: **поляризация!**
- В кристалле все ионы взаимодействует между собой
- Следствие: нет направленности и насыщенности связи
- Ионные вещества тугоплавки (высокая $E_{св}$) и неэлектропроводны

Ионная связь

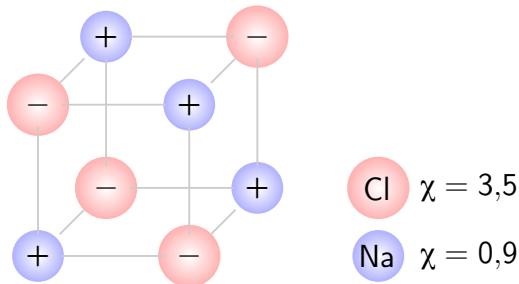
- Ионная связь: предельный случай полярной связи
- В NaCl электроотрицательности сильно отличаются



- Атомы превращаются в ионы: поляризация!
- В кристалле все ионы взаимодействует между собой
- Следствие: нет направленности и насыщенности связи
- Ионные вещества тугоплавки (высокая $E_{св}$) и неэлектропроводны

Ионная связь

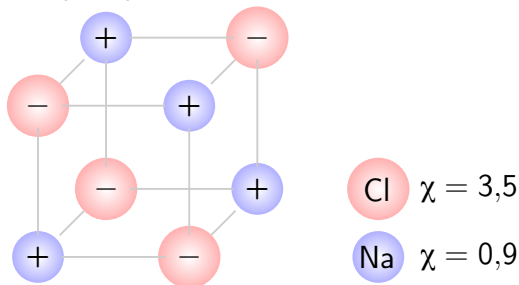
- Ионная связь: предельный случай полярной связи
- В NaCl электроотрицательности сильно отличаются



- Атомы превращаются в ионы: поляризация!
- В кристалле все ионы взаимодействует между собой
- Следствие: нет направленности и насыщенности связи
- Ионные вещества тугоплавки (высокая $E_{св}$) и неэлектропроводны

Ионная связь

- Ионная связь: предельный случай полярной связи
- В NaCl электроотрицательности сильно отличаются



- Атомы превращаются в ионы: поляризация!
- В кристалле все ионы взаимодействуют между собой
- Следствие: нет направленности и насыщенности связи
- Ионные вещества **тугоплавки** (высокая $E_{св}$) и **неэлектропроводны**

Металлическая связь

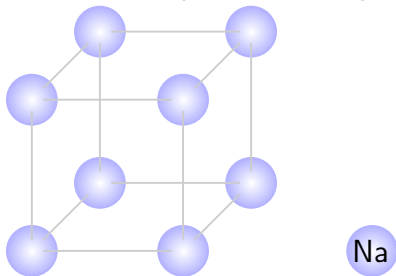
- **Металлическая** связь – следствие лёгкости отдачи электронов атомами металлов
- В простом веществе Na кристалл построен из атомов



- Атом металла отдаёт электрон(ы), превращаясь в ион
- Тогда узлы решётки превращаются в катионы, которые удерживаются вместе «электронным газом»
- Металлы легкоплавки, тепло- и электропроводны

Металлическая связь

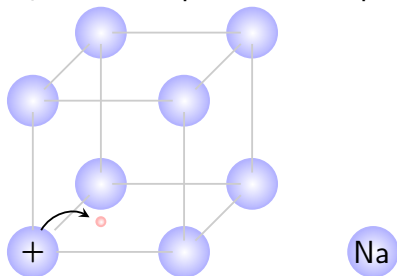
- Металлическая связь – следствие лёгкости отдачи электронов атомами металлов
- В простом веществе Na кристалл построен из атомов



- Атом металла отдаёт электрон(ы), превращаясь в ион
- Тогда узлы решётки превращаются в катионы, которые удерживаются вместе «электронным газом»
- Металлы легкоплавки, тепло- и электропроводны

Металлическая связь

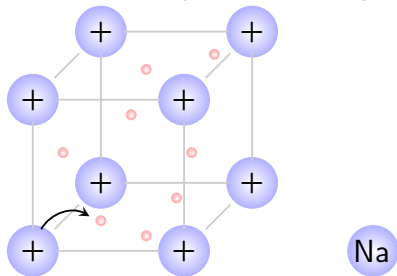
- Металлическая связь – следствие лёгкости отдачи электронов атомами металлов
- В простом веществе Na кристалл построен из атомов



- Атом металла **отдаёт электрон(ы)**, превращаясь в ион
- Тогда узлы решётки превращаются в катионы, которые удерживаются вместе «электронным газом»
- Металлы легкоплавки, тепло- и электропроводны

Металлическая связь

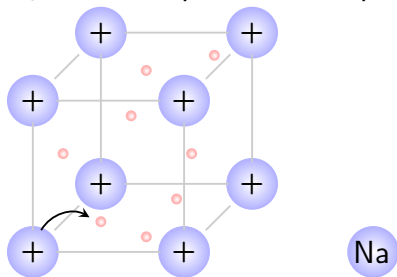
- Металлическая связь – следствие лёгкости отдачи электронов атомами металлов
- В простом веществе Na кристалл построен из атомов



- Атом металла отдаёт электрон(ы), превращаясь в ион
- Тогда узлы решётки превращаются в катионы, которые удерживаются вместе «электронным газом»
- Металлы легкоплавки, тепло- и электропроводны

Металлическая связь

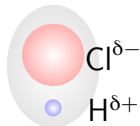
- Металлическая связь – следствие лёгкости отдачи электронов атомами металлов
- В простом веществе Na кристалл построен из атомов



- Атом металла отдаёт электрон(ы), превращаясь в ион
- Тогда узлы решётки превращаются в катионы, которые удерживаются вместе «электронным газом»
- Металлы легкоплавки, тепло- и электропроводны

Межмолекулярное взаимодействие

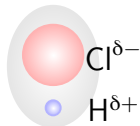
- Поляризация связей: появляются заряды на атомах



- Атомы соседних молекул могут взаимодействовать!
 - вначале соседние молекулы ориентированы хаотично
 - атомы с противоположным зарядом взаимно притягиваются, с одинаковым – отталкиваются
- Итог: молекулы стремятся ориентироваться антипараллельно, но этому мешает тепловое движение
- Таков механизм ориентационного взаимодействия, которое наблюдается между полярными молекулами

Межмолекулярное взаимодействие

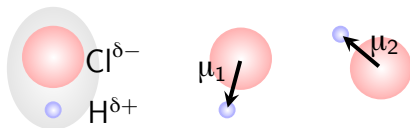
- Поляризация связей: появляются заряды на атомах



- Атомы соседних молекул могут взаимодействовать!
 - вначале соседние молекулы ориентированы хаотично
 - атомы с противоположным зарядом взаимно притягиваются, с одинаковым – отталкиваются
- Итог: молекулы стремятся ориентироваться антипараллельно, но этому мешает тепловое движение
- Таков механизм ориентационного взаимодействия, которое наблюдается между полярными молекулами

Межмолекулярное взаимодействие

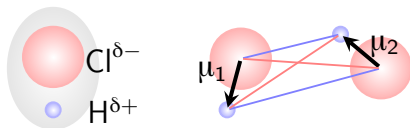
- Поляризация связей: появляются заряды на атомах



- Атомы соседних молекул могут взаимодействовать!
 - вначале соседние молекулы ориентированы хаотично
 - атомы с противоположным зарядом взаимно притягиваются, с одинаковым – отталкиваются
- Итог: молекулы стремятся ориентироваться антипараллельно, но этому мешает тепловое движение
- Таков механизм ориентационного взаимодействия, которое наблюдается между полярными молекулами

Межмолекулярное взаимодействие

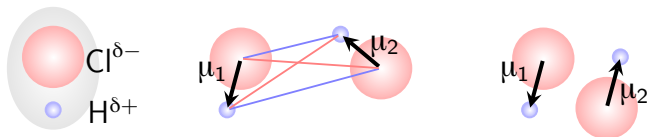
- Поляризация связей: появляются заряды на атомах



- Атомы соседних молекул могут взаимодействовать!
 - вначале соседние молекулы ориентированы хаотично
 - атомы с противоположным зарядом взаимно **притягиваются**, с одинаковым – **отталкиваются**
- Итог: молекулы стремятся ориентироваться антипараллельно, но этому мешает тепловое движение
- Таков механизм ориентационного взаимодействия, которое наблюдается между полярными молекулами

Межмолекулярное взаимодействие

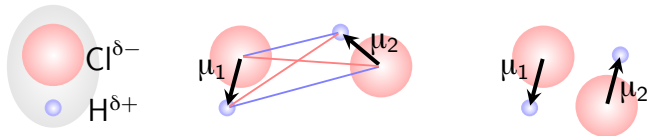
- Поляризация связей: появляются заряды на атомах



- Атомы соседних молекул могут взаимодействовать!
 - вначале соседние молекулы ориентированы хаотично
 - атомы с противоположным зарядом взаимно притягиваются, с одинаковым – отталкиваются
- Итог: молекулы стремятся ориентироваться антипараллельно, но этому мешает тепловое движение
- Таков механизм ориентационного взаимодействия, которое наблюдается между полярными молекулами

Межмолекулярное взаимодействие

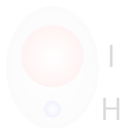
- Поляризация связей: появляются заряды на атомах



- Атомы соседних молекул могут взаимодействовать!
 - вначале соседние молекулы ориентированы хаотично
 - атомы с противоположным зарядом взаимно притягиваются, с одинаковым – отталкиваются
- Итог: молекулы стремятся ориентироваться антипараллельно, но этому мешает тепловое движение
- Таков механизм **ориентационного** взаимодействия, которое наблюдается **между полярными молекулами**

Индукционное взаимодействие

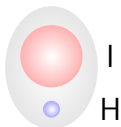
- Индуцирование диполя – его появление под внешним воздействием
- Молекула HI слабополярна: $\chi(\text{H}) = 2,1, \chi(\text{I}) = 2,6$



- Появление заряда рядом с молекулой вызывает смещение электронов в молекуле – поляризацию
- Возникает индуцированный диполь – молекула становится более полярной
- Молекула переориентируется (ориентационный механизм!)

Индукционное взаимодействие

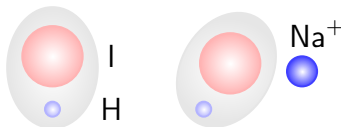
- Индуцирование диполя – его появление под внешним воздействием
- Молекула HI слабополярна: $\chi(\text{H}) = 2,1, \chi(\text{I}) = 2,6$



- Появление заряда рядом с молекулой вызывает смещение электронов в молекуле – поляризацию
- Возникает индуцированный диполь – молекула становится более полярной
- Молекула переориентируется (ориентационный механизм!)

Индукционное взаимодействие

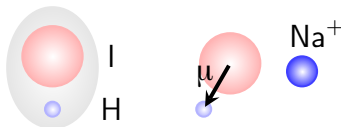
- Индуцирование диполя – его появление под внешним воздействием
- Молекула HI слабополярна: $\chi(\text{H}) = 2,1, \chi(\text{I}) = 2,6$



- Появление заряда рядом с молекулой вызывает смещение электронов в молекуле – поляризацию
- Возникает индуцированный диполь – молекула становится более полярной
- Молекула переориентируется (ориентационный механизм!)

Индукционное взаимодействие

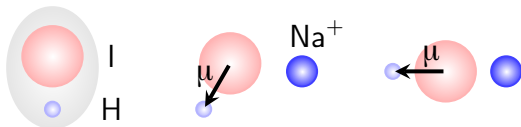
- Индуцирование диполя – его появление под внешним воздействием
- Молекула HI слабополярна: $\chi(\text{H}) = 2,1, \chi(\text{I}) = 2,6$



- Появление заряда рядом с молекулой вызывает смещение электронов в молекуле – поляризацию
- Возникает индуцированный диполь – молекула становится более полярной
- Молекула переориентируется (ориентационный механизм!)

Индукционное взаимодействие

- Индуцирование диполя – его появление под внешним воздействием
- Молекула HI слабополярна: $\chi(\text{H}) = 2,1, \chi(\text{I}) = 2,6$



- Появление заряда рядом с молекулой вызывает смещение электронов в молекуле – поляризацию
- Возникает индуцированный диполь – молекула становится более полярной
- Молекула переориентируется (ориентационный механизм!)

Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия

- **Дисперсионное взаимодействие:**
 - неполярные и слабополяризующиеся молекулы
 - по механизму напоминает индукционное
- Межмолекулярные взаимодействия – ван-дер-Ваальсовы

В-в о	$\mu \cdot 10^{-29}$, Кл·м	Поляризу- емость	Эффект, кДж/моль			E , кДж/моль	$T_{кип}$, К
			ориент.	индукц.	дисп.		
H ₂	0	0,20	0	0	0,17	0,17	20,21
Ar	0	1,63	0	0	8,48	8,48	76
Xe	0	4,00	0	0	18,4	18,4	167
CO	0,39	1,99	0	0	8,79	8,79	81
HCl	3,4	2,63	3,34	1,00	16,72	21,05	188
HBr	2,57	3,58	1,09	0,71	28,42	30,22	206
HI	1,25	5,40	0,58	0,30	60,47	61,36	238
NH ₃	4,95	2,21	13,28	1,55	14,72	29,55	240
H ₂ O	6,07	1,48	36,32	1,92	8,98	47,22	373

Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия

- Дисперсионное взаимодействие:
 - неполярные и слабополяризующиеся молекулы
 - по механизму напоминает индукционное
- Межмолекулярные взаимодействия – ван-дер-Ваальсовы

В-в о	$\mu \cdot 10^{-29}$, Кл·м	Поляризу- емость	Эффект, кДж/моль			E , кДж/моль	$T_{кип}$, К
			ориент.	индукц.	дисп.		
H ₂	0	0,20	0	0	0,17	0,17	20,21
Ar	0	1,63	0	0	8,48	8,48	76
Xe	0	4,00	0	0	18,4	18,4	167
CO	0,39	1,99	0	0	8,79	8,79	81
HCl	3,4	2,63	3,34	1,00	16,72	21,05	188
HBr	2,57	3,58	1,09	0,71	28,42	30,22	206
HI	1,25	5,40	0,58	0,30	60,47	61,36	238
NH ₃	4,95	2,21	13,28	1,55	14,72	29,55	240
H ₂ O	6,07	1,48	36,32	1,92	8,98	47,22	373

Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия

- Дисперсионное взаимодействие:
 - неполярные и слабополяризующиеся молекулы
 - по механизму напоминает индукционное
- Межмолекулярные взаимодействия – ван-дер-Ваальсовы

В-в о	$\mu \cdot 10^{-29}$, Кл·м	Поляризу- емость	Эффект, кДж/моль			E , кДж/моль	$T_{кип}$, К
			ориент.	индукц.	дисп.		
H ₂	0	0,20	0	0	0,17	0,17	20,21
Ar	0	1,63	0	0	8,48	8,48	76
Xe	0	4,00	0	0	18,4	18,4	167
CO	0,39	1,99	0	0	8,79	8,79	81
HCl	3,4	2,63	3,34	1,00	16,72	21,05	188
HBr	2,57	3,58	1,09	0,71	28,42	30,22	206
HI	1,25	5,40	0,58	0,30	60,47	61,36	238
NH ₃	4,95	2,21	13,28	1,55	14,72	29,55	240
H ₂ O	6,07	1,48	36,32	1,92	8,98	47,22	373

Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия

- Дисперсионное взаимодействие:
 - неполярные и слабополяризующиеся молекулы
 - по механизму напоминает индукционное
- Межмолекулярные взаимодействия – ван-дер-Ваальсовы

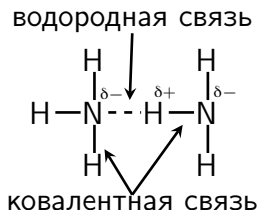
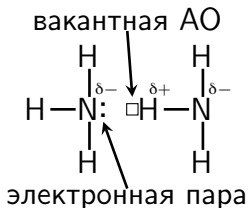
В-в о	$\mu \cdot 10^{-29}$, Кл·м	Поляризу- емость	Эффект, кДж/моль			E , кДж/моль	$T_{кип}$, К
			ориент.	индукц.	дисп.		
H ₂	0	0,20	0	0	0,17	0,17	20,21
Ar	0	1,63	0	0	8,48	8,48	76
Xe	0	4,00	0	0	18,4	18,4	167
CO	0,39	1,99	0	0	8,79	8,79	81
HCl	3,4	2,63	3,34	1,00	16,72	21,05	188
HBr	2,57	3,58	1,09	0,71	28,42	30,22	206
HI	1,25	5,40	0,58	0,30	60,47	61,36	238
NH ₃	4,95	2,21	13,28	1,55	14,72	29,55	240
H ₂ O	6,07	1,48	36,32	1,92	8,98	47,22	373

Водородная связь

- **Водородная связь** – особый вид взаимодействия в соединениях H с наиболее электроотрицательными атомами: F, O, N(Cl, S)
- Механизм образования – донорно-акцепторный
- Феномен связан с размерами $H^+(10^{-12} \text{ м})$
- Энергии связей
 - ковалентная связь: сотни кДж/моль
 - Ван-дер-Ваальсова связь: десятки кДж/моль
 - водородная связь: 6 – 250 кДж/моль

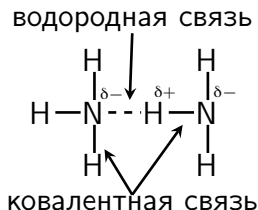
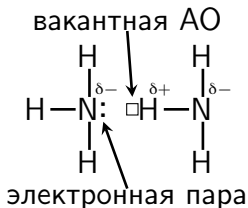
Водородная связь

- **Водородная связь** – особый вид взаимодействия в соединениях H с наиболее электроотрицательными атомами: F, O, N(Cl, S)
- Механизм образования – донорно-акцепторный
- Феномен связан с размерами $H^+(10^{-12} \text{ м})$
- Энергии связей
 - ковалентная связь: сотни кДж/моль
 - Ван-дер-Ваальсова связь: десятки кДж/моль
 - водородная связь: 6 – 250 кДж/моль



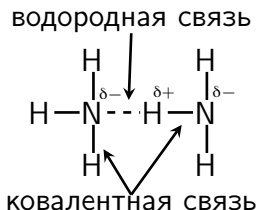
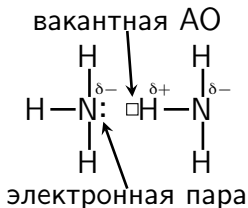
Водородная связь

- **Водородная связь** – особый вид взаимодействия в соединениях H с наиболее электроотрицательными атомами: F, O, N(Cl, S)
- Механизм образования – донорно-акцепторный
- Феномен связан с размерами H^+ (10^{-12} м)
- Энергии связей
 - ковалентная связь: сотни кДж/моль
 - Ван-дер-Ваальсова связь: десятки кДж/моль
 - водородная связь: 6 – 250 кДж/моль



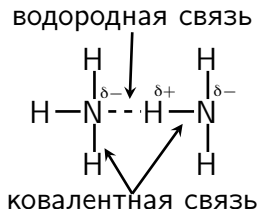
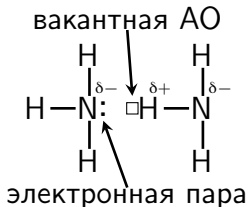
Водородная связь

- **Водородная связь** – особый вид взаимодействия в соединениях H с наиболее электроотрицательными атомами: F, O, N(Cl, S)
- Механизм образования – донорно-акцепторный
- Феномен связан с размерами H^+ (10^{-12} м)
- Энергии связей
 - ковалентная связь: сотни кДж/моль
 - Ван-дер-Ваальсова связь: десятки кДж/моль
 - водородная связь: 6 – 250 кДж/моль



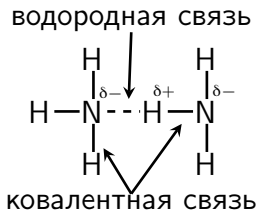
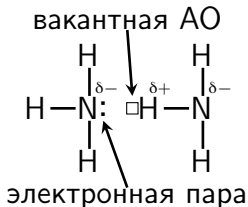
Водородная связь

- **Водородная связь** – особый вид взаимодействия в соединениях Н с наиболее электроотрицательными атомами: F, O, N(Cl, S)
- Механизм образования – донорно-акцепторный
- Феномен связан с размерами H^+ (10^{-12} м)
- Энергии связей
 - ковалентная связь: сотни кДж/моль
 - Ван-дер-Ваальсова связь: десятки кДж/моль
 - водородная связь: 6 – 250 кДж/моль



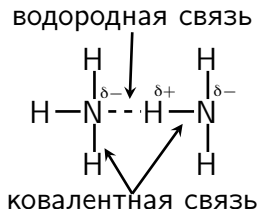
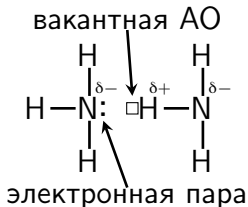
Водородная связь

- **Водородная связь** – особый вид взаимодействия в соединениях H с наиболее электроотрицательными атомами: F, O, N(Cl, S)
- Механизм образования – донорно-акцепторный
- Феномен связан с размерами H^+ (10^{-12} м)
- Энергии связей
 - ковалентная связь: сотни кДж/моль
 - Ван-дер-Ваальсова связь: десятки кДж/моль
 - водородная связь: 6 – 250 кДж/моль



Водородная связь

- **Водородная связь** – особый вид взаимодействия в соединениях H с наиболее электроотрицательными атомами: F, O, N(Cl, S)
- Механизм образования – донорно-акцепторный
- Феномен связан с размерами H^+ (10^{-12} м)
- Энергии связей
 - ковалентная связь: сотни кДж/моль
 - Ван-дер-Ваальсова связь: десятки кДж/моль
 - водородная связь: 6 – 250 кДж/моль



Задача 1

Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: BBr_4^- .

Задача 1

Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: BBr_4^- .

- В рамках метода валентных связей связь между атомами образуется за счет общей электронной пары.

Задача 1

Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: BBr_4^- .

- В рамках метода валентных связей связь между атомами образуется за счет общей электронной пары.
- Нужно показать, что в частице BBr_4^- атом бора может (или нет) образовать 4 связи, а каждый из атомов брома – одну.

Задача 1

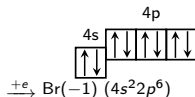
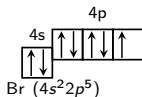
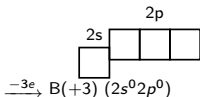
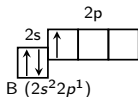
Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: BBr_4^- .

- В рамках метода валентных связей связь между атомами образуется за счет общей электронной пары.
- Нужно показать, что в частице BBr_4^- атом бора может (или нет) образовать 4 связи, а каждый из атомов брома – одну.
- Образование BBr_4^- : $\text{B}^{+3} + 4\text{Br}^{-1}$ проще, чем $\text{BBr}_4^- = \text{B} + 3\text{Br} + \text{Br}^-$

Задача 1

Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: VBr_4^- .

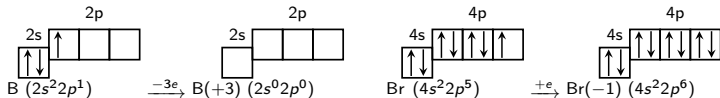
- В рамках метода валентных связей связь между атомами образуется за счет общей электронной пары.
- Нужно показать, что в частице VBr_4^- атом бора может (или нет) образовать 4 связи, а каждый из атомов брома – одну.
- Образование VBr_4^- : $\text{B}^{+3} + 4\text{Br}^{-1}$ проще, чем $\text{VBr}_4^- = \text{V} + 3\text{Br} + \text{Br}^-$
- Электроннографические формулы частиц:



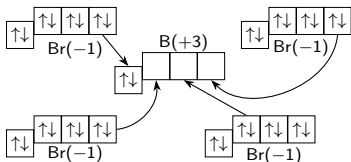
Задача 1

Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: VBr_4^- .

- В рамках метода валентных связей связь между атомами образуется за счет общей электронной пары.
- Нужно показать, что в частице VBr_4^- атом бора может (или нет) образовать 4 связи, а каждый из атомов брома – одну.
- Образование VBr_4^- : $\text{B}^{+3} + 4\text{Br}^{-1}$ проще, чем $\text{VBr}_4^- = \text{B} + 3\text{Br} + \text{Br}^-$
- Электроннографические формулы частиц:



- У атома $\text{B}(+3)$ есть 4 вакантные АО на валентном уровне, а у каждого из атомов $\text{Br}(-1)$ – как минимум одна (на самом деле 4) электронная пара.

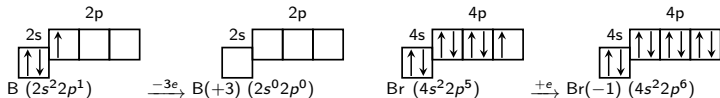


Каждый атом имеет возможность образовать столько связей, сколько требуется для существования частицы VBr_4^-

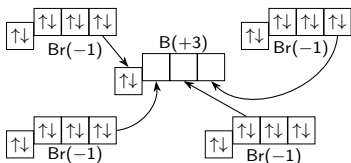
Задача 1

Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: VBr_4^- .

- В рамках метода валентных связей связь между атомами образуется за счет общей электронной пары.
- Нужно показать, что в частице VBr_4^- атом бора может (или нет) образовать 4 связи, а каждый из атомов брома – одну.
- Образование VBr_4^- : $\text{B}^{+3} + 4\text{Br}^{-1}$ проще, чем $\text{VBr}_4^- = \text{V} + 3\text{Br} + \text{Br}^-$
- Электроннографические формулы частиц:



- У атома $\text{B}(+3)$ есть 4 вакантные АО на валентном уровне, а у каждого из атомов $\text{Br}(-1)$ – как минимум одна (на самом деле 4) электронная пара.



Каждый атом имеет возможность образовать столько связей, сколько требуется для существования частицы VBr_4^-

- Вывод: частица VBr_4^- может существовать.

Задача 1 (продолжение)

Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: H_3S .

Задача 1 (продолжение)

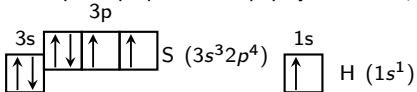
Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: H_3S .

- Нужно показать, что в частице H_3S атом серы может (или нет) образовать 3 связи, а каждый из атомов водорода – одну.

Задача 1 (продолжение)

Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: H_3S .

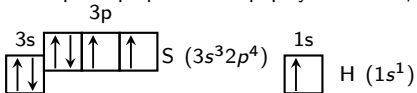
- Нужно показать, что в частице H_3S атом серы может (или нет) образовать 3 связи, а каждый из атомов водорода – одну.
- Электронографические формулы частиц:



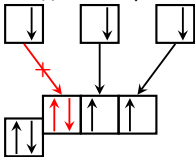
Задача 1 (продолжение)

Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: H_3S .

- Нужно показать, что в частице H_3S атом серы может (или нет) образовать 3 связи, а каждый из атомов водорода – одну.
- Электронографические формулы частиц:



- У атома серы есть 2 неспаренных электрона на валентном уровне, а у каждого из трех атомов водорода – по одному

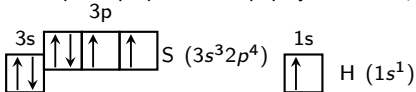


Два атома водорода могут образовать связи с атомом серы, но третий атом водорода такой возможности не имеет: **неспаренный электрон не может взаимодействовать с электронной парой**, ему нужен такой же неспаренный электрон!

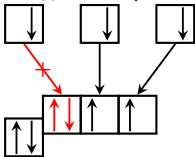
Задача 1 (продолжение)

Определите возможность существования частицы в рамках метода валентных связей: H_3S .

- Нужно показать, что в частице H_3S атом серы может (или нет) образовать 3 связи, а каждый из атомов водорода – одну.
- Электронографические формулы частиц:



- У атома серы есть 2 неспаренных электрона на валентном уровне, а у каждого из трех атомов водорода – по одному



Два атома водорода могут образовать связи с атомом серы, но третий атом водорода такой возможности не имеет: неспаренный электрон не может взаимодействовать с электронной парой, ему нужен такой же неспаренный электрон!

- Вывод: частица H_3S не может существовать.

Задача 2

Для молекул SO_2 и CO_2 проведите сравнение: а) геометрической формы; б) полярности связей; в) полярности молекулы.

Задача 2

Для молекул SO_2 и CO_2 проведите сравнение: а) геометрической формы; б) полярности связей; в) полярности молекулы.

- Обе частицы имеют тип AB_2 с центральными атомами S и C.

Задача 2

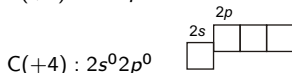
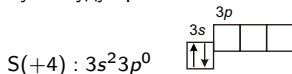
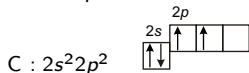
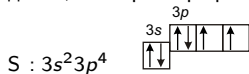
Для молекул SO_2 и CO_2 проведите сравнение: а) геометрической формы; б) полярности связей; в) полярности молекулы.

- Обе частицы имеют тип AB_2 с центральными атомами S и C.
- Степени окисления центральных атомов одинаковы: +4.

Задача 2

Для молекул SO_2 и CO_2 проведите сравнение: а) геометрической формы; б) полярности связей; в) полярности молекулы.

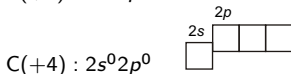
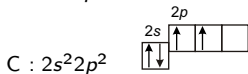
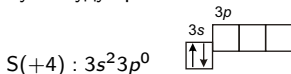
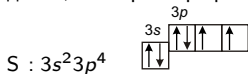
- Обе частицы имеют тип AB_2 с центральными атомами S и C.
- Степени окисления центральных атомов одинаковы: +4.
- Однако, электронографические формулы будут разными:



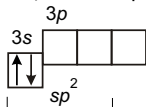
Задача 2

Для молекул SO_2 и CO_2 проведите сравнение: а) геометрической формы; б) полярности связей; в) полярности молекулы.

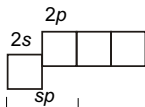
- Обе частицы имеют тип AB_2 с центральными атомами S и C.
- Степени окисления центральных атомов одинаковы: +4.
- Однако, электронографические формулы будут разными:



- Тип гибридизации АО определяется легко:



Тип гибридизации АО – sp^2 , но молекула будет иметь угловую форму.

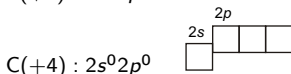
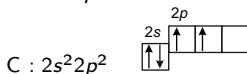
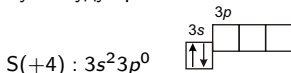
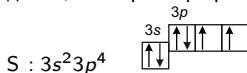


Тип гибридизации АО – sp и форма молекулы будет линейной.

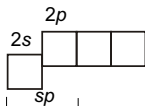
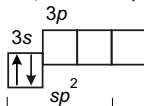
Задача 2

Для молекул SO_2 и CO_2 проведите сравнение: а) геометрической формы; б) полярности связей; в) полярности молекулы.

- Обе частицы имеют тип AB_2 с центральными атомами S и C.
- Степени окисления центральных атомов одинаковы: +4.
- Однако, электронографические формулы будут разными:



- Тип гибридизации АО определяется легко:



Тип гибридизации АО – sp^2 , но молекула будет иметь угловую форму.

Тип гибридизации АО – sp и форма молекулы будет линейной.

- Связи в обеих молекулах полярны:

$$\Delta\chi(\text{S} - \text{O}) = \chi(\text{O}) - \chi(\text{S}) = 3,5 - 2,5 = 1,0 > 0$$

$$\Delta\chi(\text{C} - \text{O}) = \chi(\text{O}) - \chi(\text{C}) = 3,5 - 2,5 = 1,0 > 0$$

Задача 2 (продолжение)

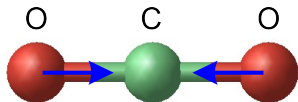
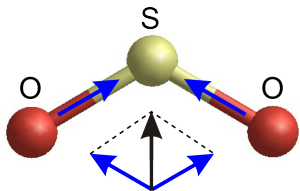
Для молекул SO_2 и CO_2 проведите сравнение: а) геометрической формы; б) полярности связей; в) полярности молекулы.

- Итак, выше было установлено, что молекулы имеют разную форму, но примерно одинаковую полярность связей. Что можно сказать по поводу полярности молекул в целом?

Задача 2 (продолжение)

Для молекул SO_2 и CO_2 проведите сравнение: а) геометрической формы; б) полярности связей; в) полярности молекулы.

- Итак, выше было установлено, что молекулы имеют разную форму, но примерно одинаковую полярность связей. Что можно сказать по поводу полярности молекул в целом?



В молекуле SO_2 вектора дипольных моментов связей (показаны синим цветом) не компенсируют друг друга, поэтому их сумма не равна нулю и молекула полярна. Суммарный вектор дипольного момента показан черным цветом и его ориентация легко находится по правилу параллелограмма.

В молекуле CO_2 вектора дипольных моментов связей полностью компенсируют друг друга, поэтому молекула в целом будет неполярной.