

КОЖЕВНИКОВ Дмитрий Николаевич

**Создание и использование
комплекса моделей
атомов и молекул для изучения
строения вещества
в курсе химии средней школы**

Обзор содержания курса химии 8-11 классов

Класс	№, Тема, (общее количество часов)	Кол-во уроков	Изучаемые объекты, явления, процессы	Проблемы моделирования
8	6. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева (15 часов)	10	Распределение электронов в атомах элементов первых четырех периодов. Группы и подгруппы химических элементов.	Изображение электронов и их расположение в электронных оболочках. Влияние электронного строения атомов на химические свойства веществ.
8	7. Химическая связь. (9 - 10 часов)	6	Электроотрицательности атомов химических элементов. Полярная и неполярная связь. Ионная связь. Степень окисления. Взаимодействие хлора, йода с металлами.	Демонстрация электроотрицательности атомов химических элементов.
9	Повторение 8-го класса	3	Обобщение знаний по курсу 8-го класса.	Демонстрация расположения электронов в оболочках.
9	1. Электролитическая диссоциация (12 ч.)	10	Электролитическая диссоциация веществ с ионной и полярной ковалентной связью.	Демонстрация и изображение процессов.
9	2. Подгруппа кислорода (7ч.)	4	Строение атомов подгруппы кислорода. Понятие аллотропии. Взаимодействие серы с водородом и кислородом. Серная кислота.	Изображение строения электронных оболочек.
9	3. Производство серной кислоты (7ч.)	1	Строение молекулы серной кислоты.	Электронное строение молекулы. Различие в связях S=O и S-OH.
9	4. Подгруппа Азота (14 -17 часов)	4	Положение химических элементов подгруппы в П.С.Х.Э.* Строение их атомов. Аммиак. Образование аммония.	Влияние симметрии распределения электронов в молекуле на ее химические свойства .

Обзор содержания курса химии 8-11 классов

Класс	№, Тема, (общее количество часов)	Кол-во уроков	Изучаемые объекты, явления, процессы	Проблемы моделирования
9	5. Подгруппа углерода (7ч.)	3	Положение химических элементов подгруппы в П.С.Х.Э.* Строение их атомов. Аллотропия углерода. Оксиды углерода.	Симметрия распределения электронов в атоме и молекулах.
9	6. Общие свойства металлов (3ч.)	2	Положение химических элементов подгруппы в П.С.Х.Э.* Строение их атомов.	Влияние положения электронов в атоме на химические свойства вещества.
9	7. Металлы главных подгрупп 1 и 3 группы (4-6ч.)	1-2	Взаимодействие кальция с водой. Реакции на концентрации ионов кальция и бария.	Демонстрация электронного строения ионов.
9	10. Обобщение знаний по курсу неорганической химии (4ч.)	2	Периодический закон. Строение вещества.	Демонстрация электронного строения различных атомов и веществ.
10	Повторение Периодического закона и П.С.Х.Э. Д.И. Менделеева в свете учения о строении атома.		Атомарное строение вещества. Электронное строение атома. Строение электронных оболочек.	Влияние распределения электронов в атоме на химические свойства вещества.
10	Теория химического строения органических соединений. Электронная природа химических связей (15ч.)	10	Порядок соединения и взаимного влияния атомов в молекуле. Изомерия. Распределение электронов в атомах элементов малых периодов.	Форма и структура электронных оболочек. Причина образования различных видов связей. Образование валентных углов.

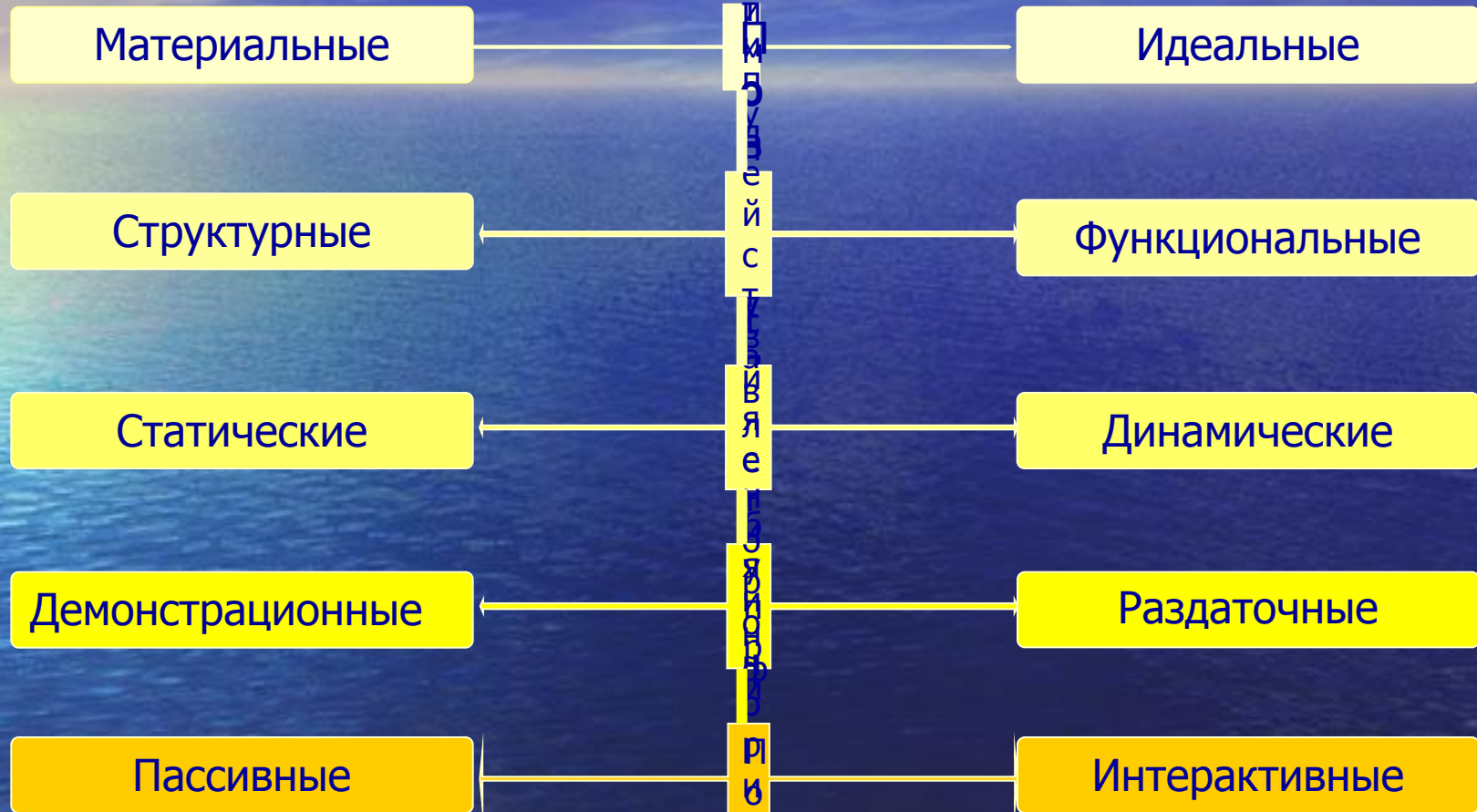
Обзор содержания курса химии 8-11 классов

Класс	№, Тема, (общее количество часов)	Кол-во уроков	Изучаемые объекты, явления, процессы	Проблемы моделирования
10	2. Предельные углеводороды (7ч.)	5	Характер химических связей и гомологический ряд метана. Пространственное строение предельных углеводородов. Изомеризация. Взаимные влияния атомов в молекулах галогенопроизводных углеводородах.	Пространственное строение молекулярных оболочек. Объяснение причин образования определённых валентных углов в молекулах. Изготовление моделей молекул, отражающих электронное строение.
10	3. Непредельные углеводороды (7-9 ч.)	7	Этилен. Двойная связь. Гомологический ряд этанола. Ацетилен. Тройная связь. Гомологический ряд ацетилена.	Моделирование процессов: горения (окисления), присоединения водорода и галогенов, полимеризации.
10	4. Ароматические углеводороды (4-5ч.)	3	Электронное строение молекулы бензола. Химические реакции замещения и присоединения.	Планарное строение молекул (образование электронами параллельных плоскостей).
10	6. Спирты и фенолы (6-7ч.)	3	Строение предельных одноатомных спиртов. Функциональная группа, ее электронное строение. Строение фенолов.	Наглядные модели, иллюстрирующие электронное строение молекул спиртов, фенолов.
10	Повторение		Строение и свойства органических веществ, изученных классов.	Электронное строение молекул органических веществ.

Обзор содержания курса химии 8-11 классов

Класс	№, Тема, (общее количество часов)	Кол-во уроков	Изучаемые объекты, явления, процессы	Проблемы моделирования
11	10. Амины (5ч.)	1	Молекула аммиака.	Электронное строение молекулы.
11	13. Обобщение знаний по курсу органической химии (2ч.)		Общие закономерности образования связей, их особенности и отличия.	Электронное строение молекул органических веществ.
11	Основы Общей химии. 2. Периодический закон и П.С.Х.Э. Д. И. Менделеева на основе учения о строении атомов (4ч.)	4	Строение электронных оболочек атомов элементов малых периодов. Особенности строения атомов химических элементов больших периодов. Периодическое изменение валентности и размеров атомов. Оксиды и водородные соединения.	Изображение электронных оболочек атомов элементов малых и больших периодов. Строение электронных оболочек сложных атомов. Влияние электронного строения атомов на химические свойства веществ.
11	3. Строение вещества (7ч.)	4	Химические связи: ионные, ковалентные, металлические и водородные. Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Характеристики химических связей: длина, энергия. Пространственное строение молекулярных веществ.	Демонстрация образования электронных оболочек химических соединений с различными видами связей. Влияние электронного строения на химические свойства веществ.
11	5. Металлы (8ч.)	2	Положение металлов в П.С.Х.Э. Д.И. Менделеева. Особенности электронного строения их атомов.	Особенности строения электронных оболочек металлов. Особенности металлической связи.
11	6. Неметаллы (8ч.)	6	Строение простых веществ (неметаллов, водородные соединения неметаллов, оксиды, кислоты)	Строение электронных оболочек соединений с различными видами химических связей.

Классификация моделей



Виды моделей

МОДЕЛИ

Материальные

Объемные:

- Скелетные;
- Шаро-стержневые;
- Масштабные Стюарта – Бриглеба;
- Орбиталь-ные разборные.

Плоские:

- Аппликации;
- Фишечные;
- Магнитные;
- Фланеле-граф (липучки).

Идеальные

Мысленные (образные):

- Резерфорда - Бора;
- Электронных пар Гилеспи;
- Квантово-механическая.

Символические (знаковые):

- Электронных пар (стрелки);
- Структурные схемы;
- Графические схемы.

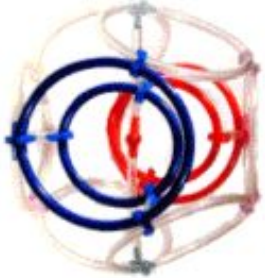
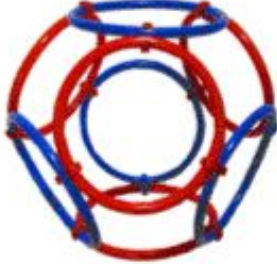
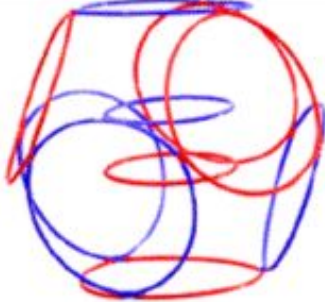
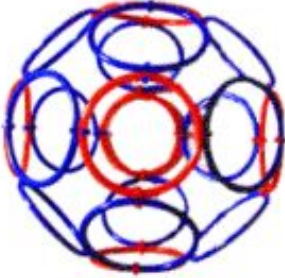






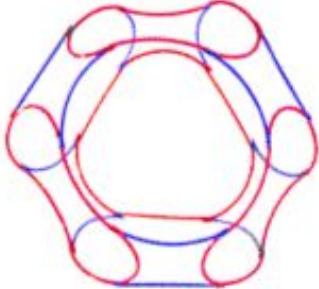
Формирование комплекса моделей



Педагогико-эргономические требования к проектированию моделей



Примеры кольцевых моделей

			
<p>s-электроны 1-й и 2-й оболочек.</p>	<p>Одна оболочка из восьми электронов.</p>	<p>Модель атома неона из двух оболочек.</p>	<p>Модель внутренней оболочки 18 электронов.</p>
			
<p>Модель метилового радикала (-CH₃).</p>	<p>Гидроксильная группа (-OH).</p>	<p>Модель молекулы метанола (CH₃OH).</p>	<p>Модель молекулы фтороводородной кислоты (HF).</p>
			
<p>Оболочка из 6 электронов - колец</p>	<p>Молекула углекислого газа (CO₂). Синим цветом обозначены электроны атома углерода.</p>		<p>4 электрона атома углерода в алмазе.</p>

Возможности комплекса с включением кольцевых моделей при формировании понятия устойчивости электронных оболочек

Введение и повторение: информация о наличии в атоме частиц, имеющих разные заряды, массы и размеры: модели Томсона и Резерфорда-Бора.
Межпредметные связи с физикой.



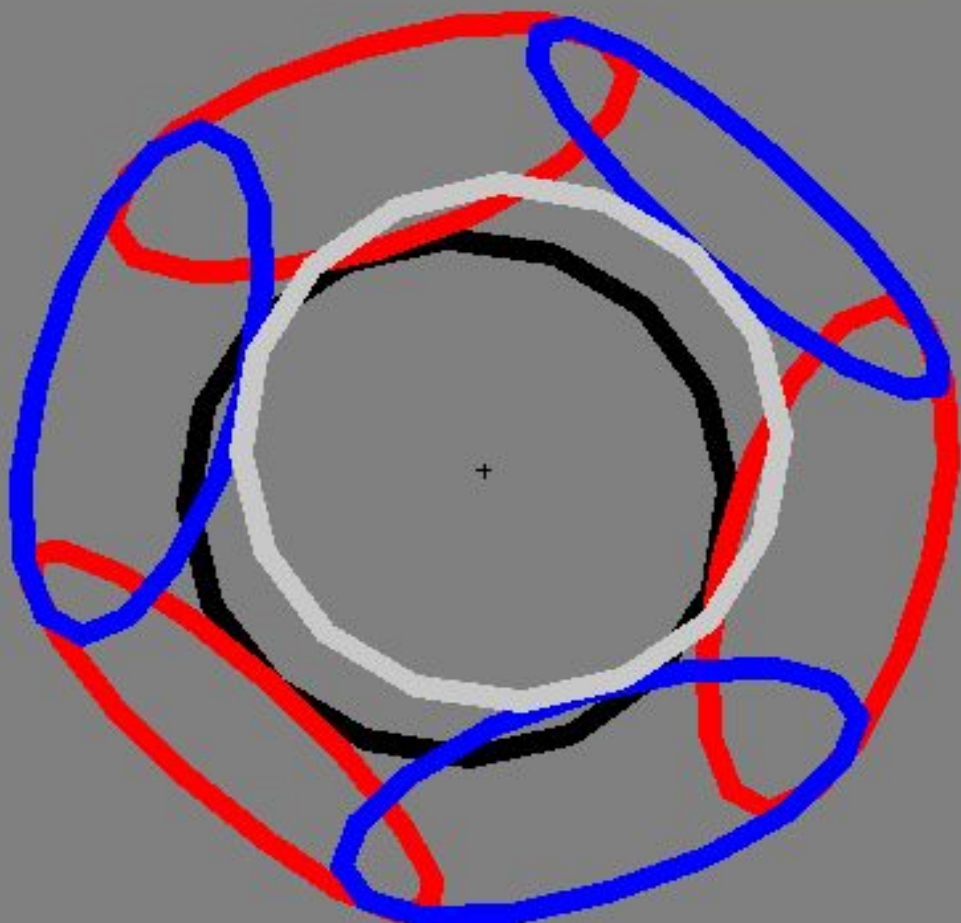
Кадр из обучающей программы «Глобус атома», часть 1

GLOBUS 1.0 : 8.el x

Файл Выбор Темп Демонстрация Помощь

Выбор **Оболочка из 8 электронов** Проверка Выход Time = 0.1.59

+1	-1
T31	T32
Си	Кр
сл	ПР



Выбор цветного кольца для исправления окраски

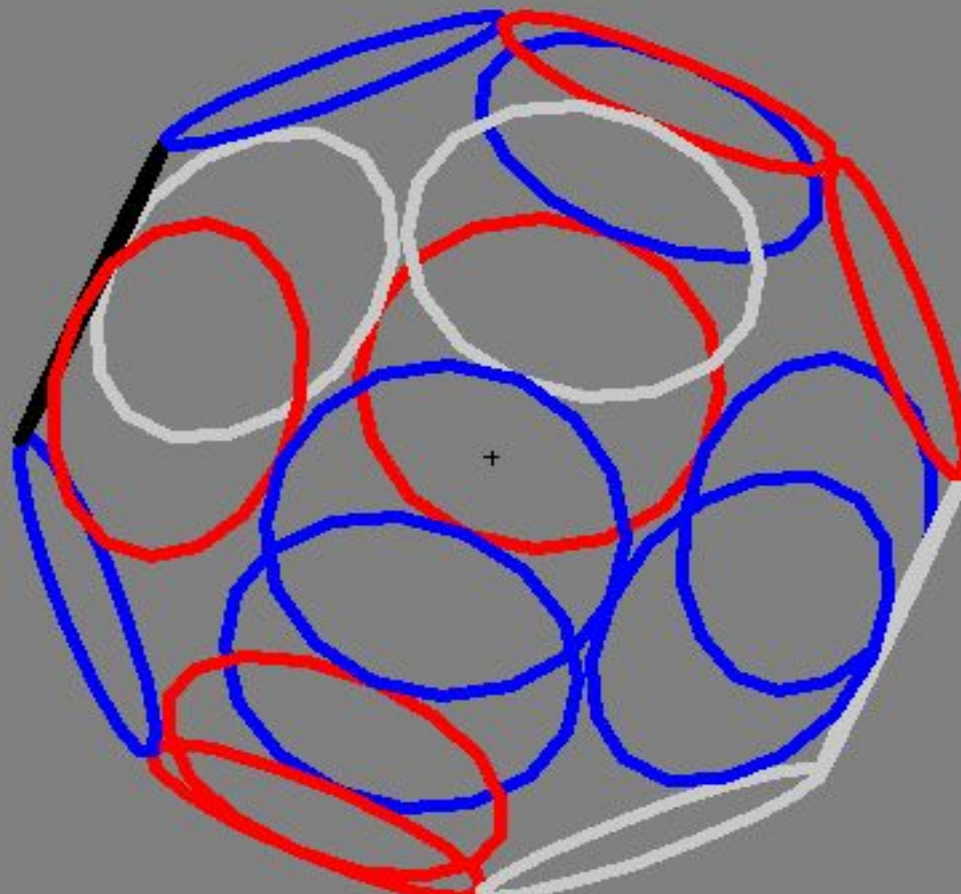
Кадр из обучающей программы «Глобус атома», часть 1

GLOBUS 1.0 : 18.el ✕

Файл Выбор Темп Демонстрация Помощь

Выбор Оболочка из 18 электронов Проверка Выход Time = 0.0.45

+1	-1
T31	T32
<input type="checkbox"/> Си	<input type="checkbox"/> Кр
<input type="checkbox"/> сл	<input type="checkbox"/> пр



Выбор синего цвета для окраски кольца

Кадр из обучающей программы «Глобус атома», часть 2

ATOMIC GLOBUS 1.0 : K_r x

Файл Выбор Темп Демонстрация Помощь

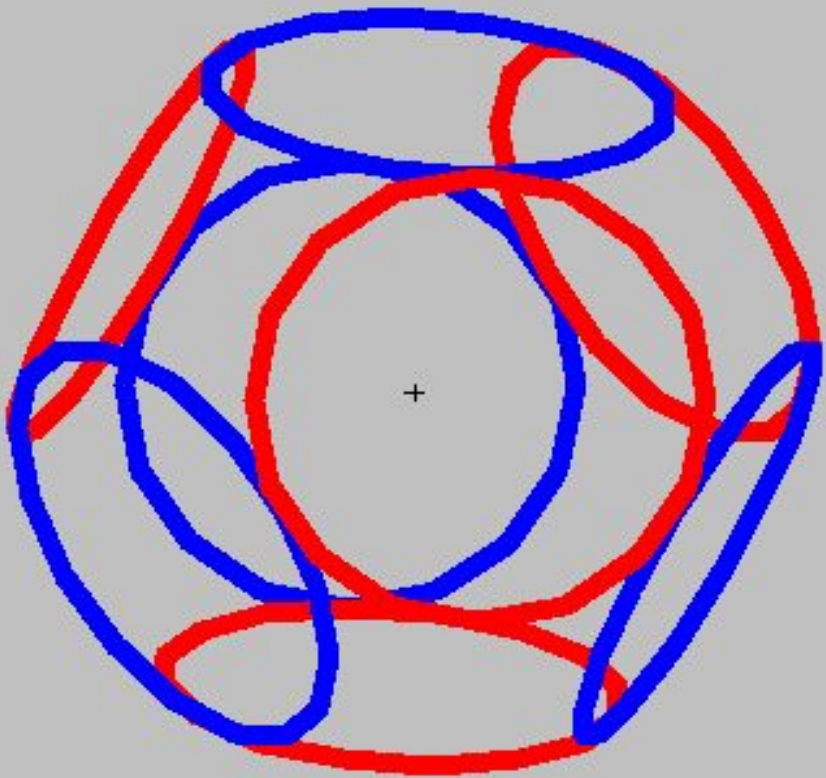
Атом №: **36** Элемент: **K_r** Свободные электроны : 0 Проверка Выход Time: 0.11.43

2 8 18 8 0 0 0

1 2 3 4 5 6 7

OK

+1	+10
-1	-10
ТЗ	



The image shows a 3D model of a Krypton atom. The nucleus is represented by a central '+' sign. The electron shells are depicted as a series of overlapping, colored loops (red and blue) that form a spherical shape around the nucleus. The shells are arranged in a way that suggests their relative positions and sizes.

Кадр из обучающей программы «Глобус атома», часть 2

ATOMIC GLOBUS 1.0 : Kr [x]

Файл Выбор Темп Демонстрация [Помощь]

Атом №: 36 Элемент: Kr Свободные электроны : 0 [Проверка] [Выход] Time: 0.20.44

2 8 18 8 0 0 0

1 2 3 4 5 6 7

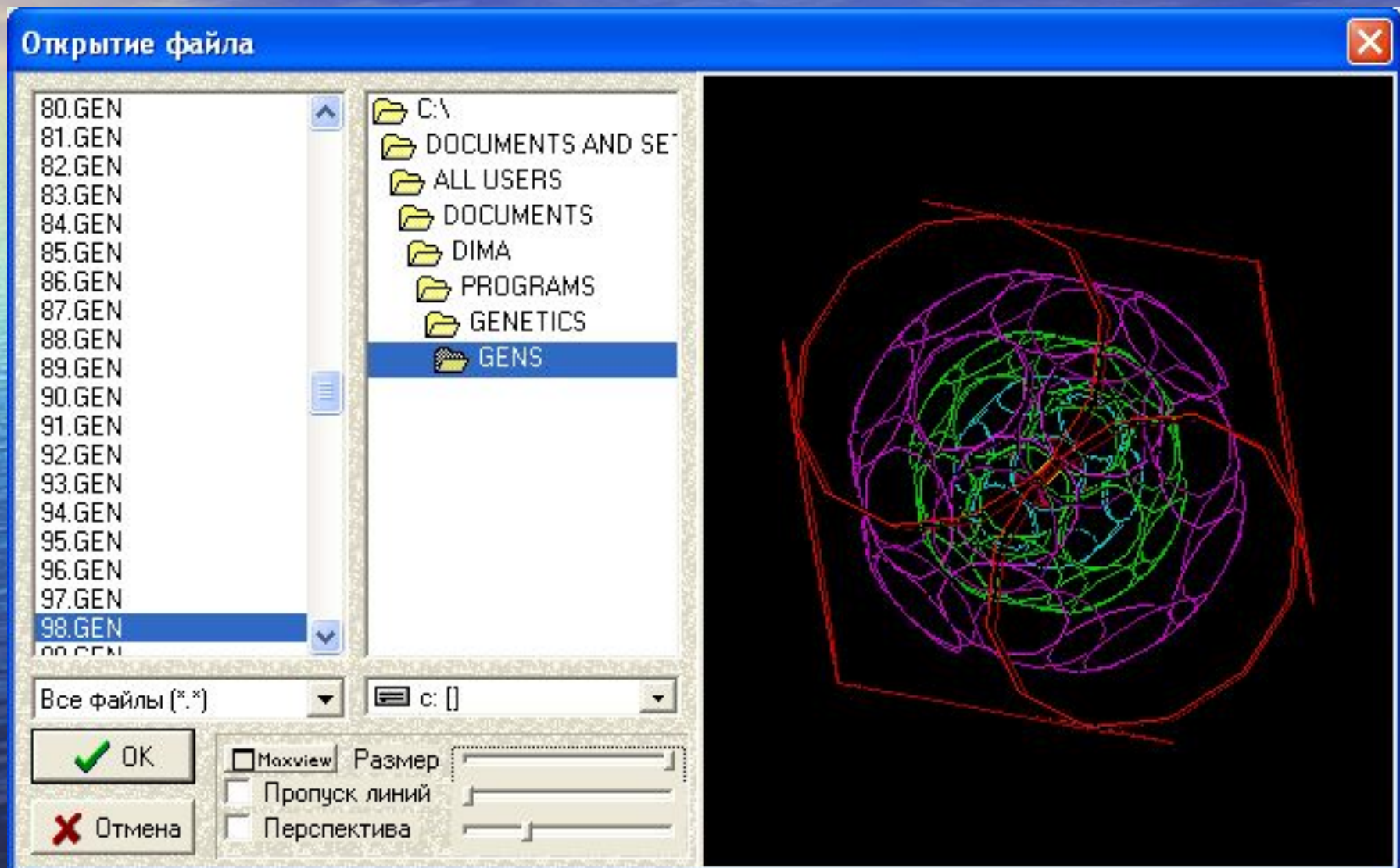
OK

+1 +10

-1 -10

TЗ

Кольцевая модель атома: кадр демонстрационной ознакомительной программы «GENETICS»



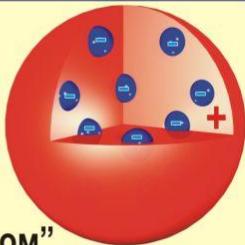
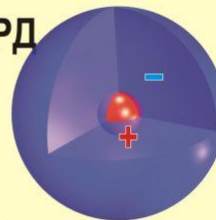
Состав комплекса моделей атомов и молекул для изучения
Наборы средств модельной наглядности
строения вещества в курсе химии средней школы

Материальные модели			
Набор моделей атомов со стержнями для составления моделей молекул	Набор для составления объёмных моделей молекул (по Стюарту – Бригглебу)	Набор для моделирования строения атомов и молекул «Кольцегранник»	Набор орбитальных моделей
Пособия на печатной основе		Экранные средства	
Таблицы	Схемы, плоские аппликации	Видеозаписи	Компьютерные программы

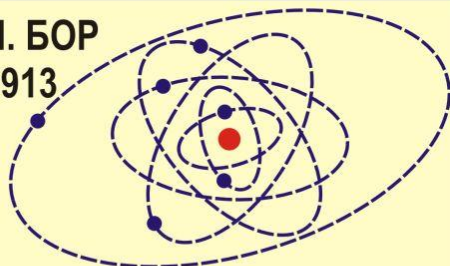
1

СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ.

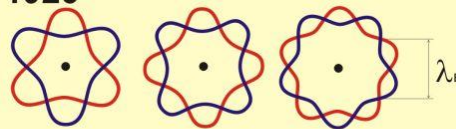
ИСТОРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СТРОЕНИЯ АТОМА

Д. ТОМСОН
1895Модель
"Булка с изюмом"Э. РЕЗЕРФОРД
1911

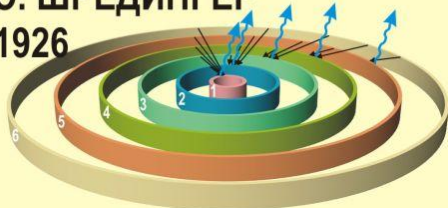
Ядерная модель

Н. БОР
1913

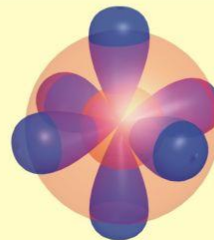
Планетарная модель

Л. ДЕ БРОЙЛЬ
1923

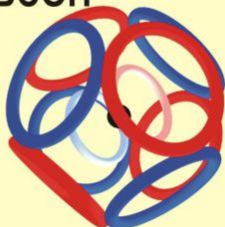
Волновая модель

Э. ШРЕДИНГЕР
1926

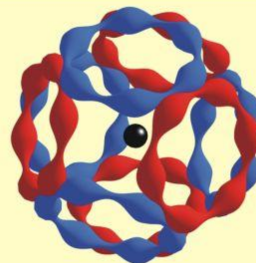
Квантово-механическая модель



Орбитальная модель

К. СНЕЛЬСОН
1963

Кольцевая модель

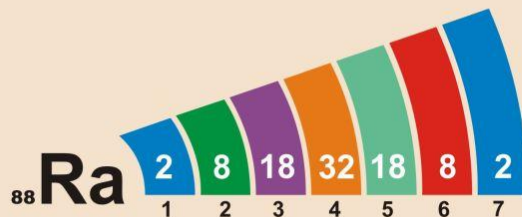
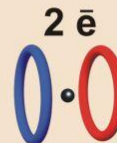
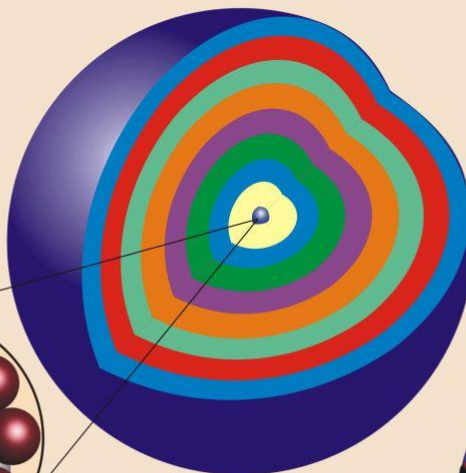
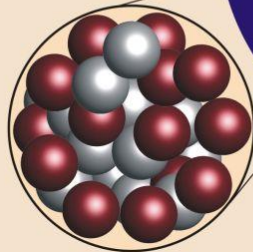
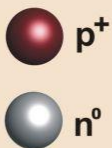
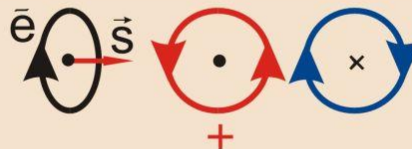
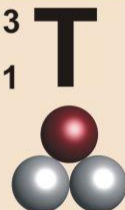
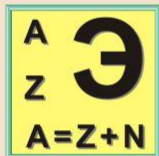


Волногранная модель

2

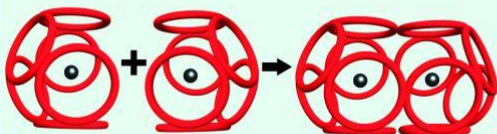
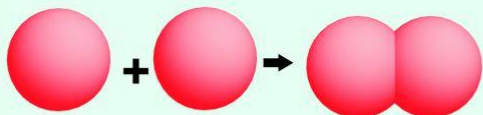
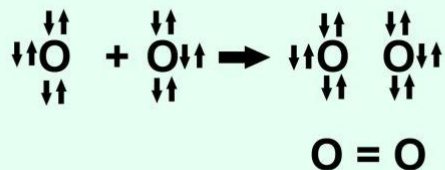
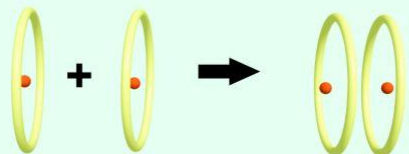
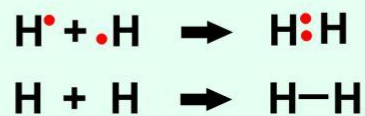
СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ.

СТРОЕНИЕ АТОМА

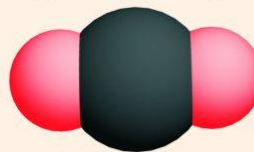
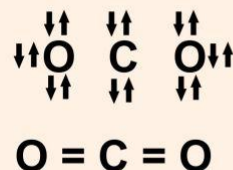
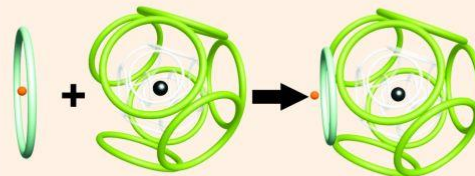
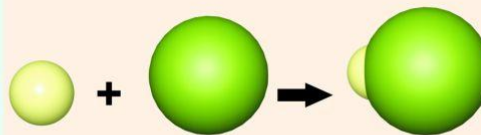
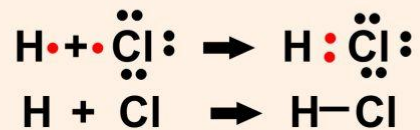


КОВАЛЕНТНАЯ СВЯЗЬ

ОБРАЗОВАНИЕ НЕПОЛЯРНОЙ СВЯЗИ







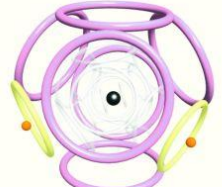







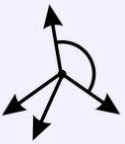

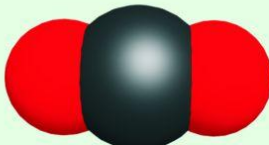



ОБРАЗОВАНИЕ ПОЛЯРНОЙ СВЯЗИ

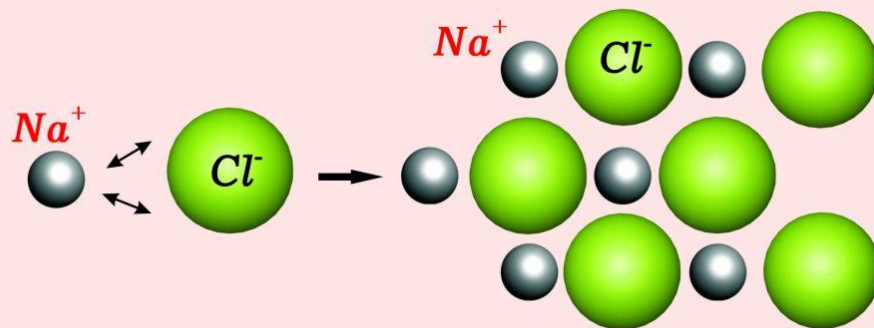
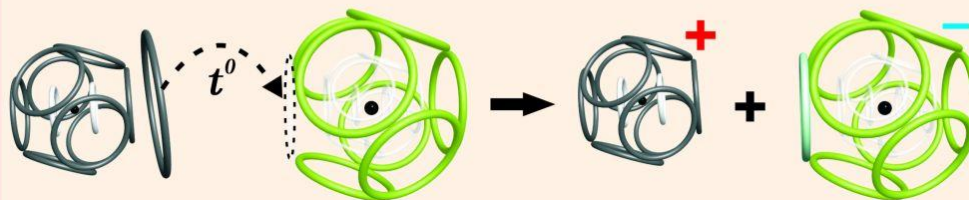
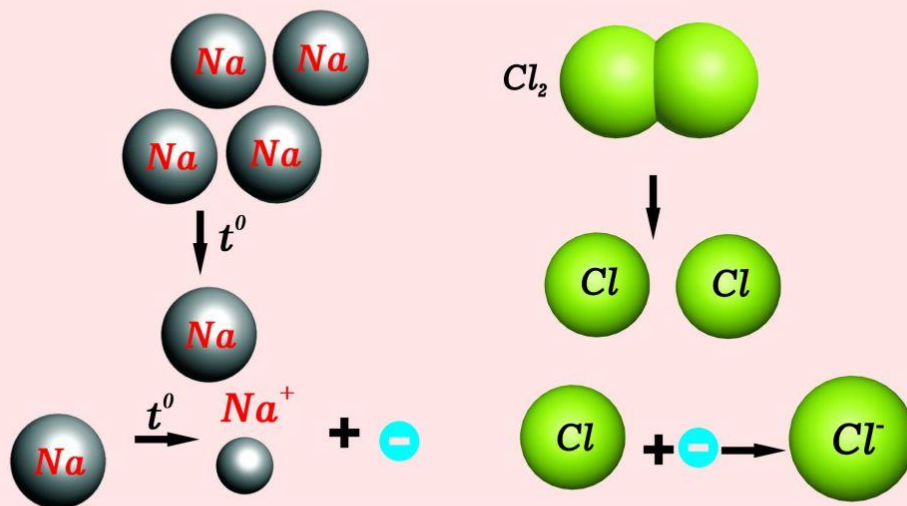


9

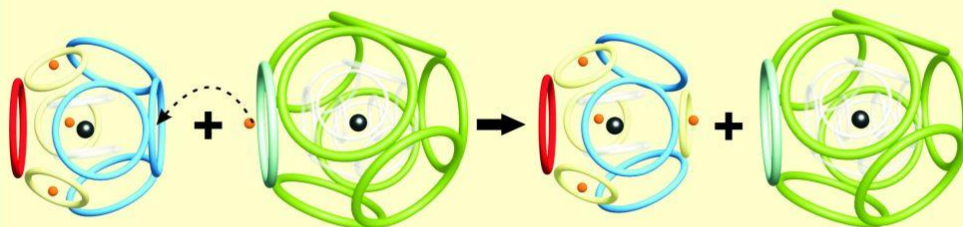
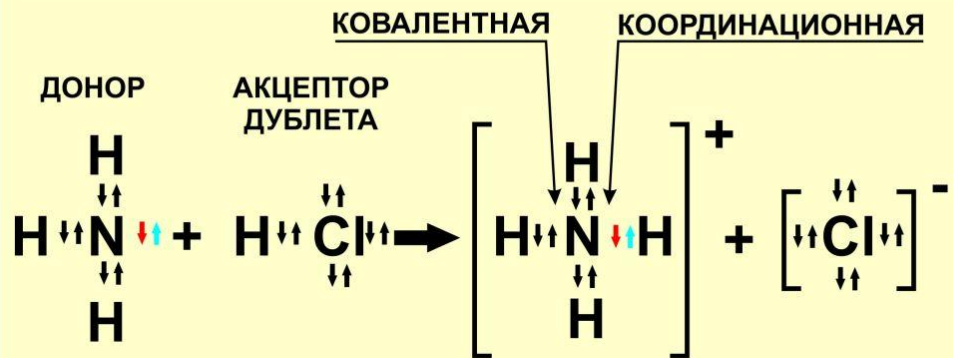
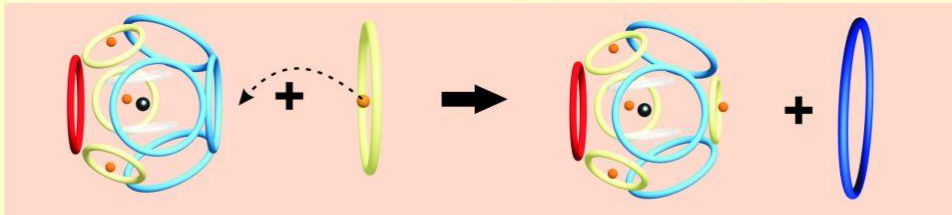
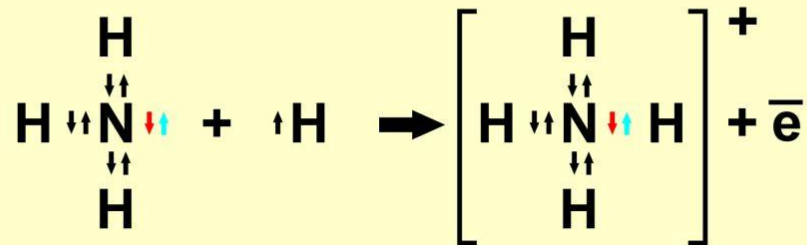
ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ.
ВАЛЕНТНЫЕ УГЛЫ В МОЛЕКУЛАХ НЕКОТОРЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Химическая формула	Кольцеванные Модели	Модели Стюарта Бриглеба	Величина угла
H_2O			 $104^\circ 30'$
H_2S			 90°
H_2Se			 92°
NH_3			 108°
CH_4			 $109^\circ 28'$
CO_2			 180°

ИОННАЯ СВЯЗЬ

ОБРАЗОВАНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ
ИЗ ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ

ОБРАЗОВАНИЕ ИОНА АММОНИЯ



СООТНОШЕНИЕ ВИДОВ СВЯЗИ

Ковалентная
неполярная
(атомная) связь

Ковалентная
полярная связь

Электровалентная
(ионная) связь

Рост полярного характера связи

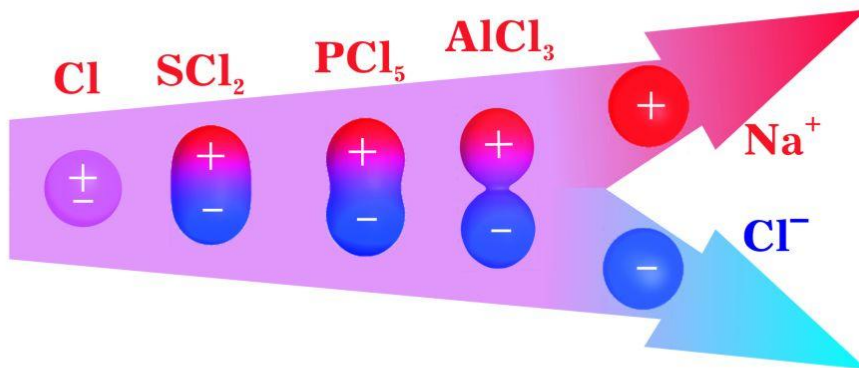
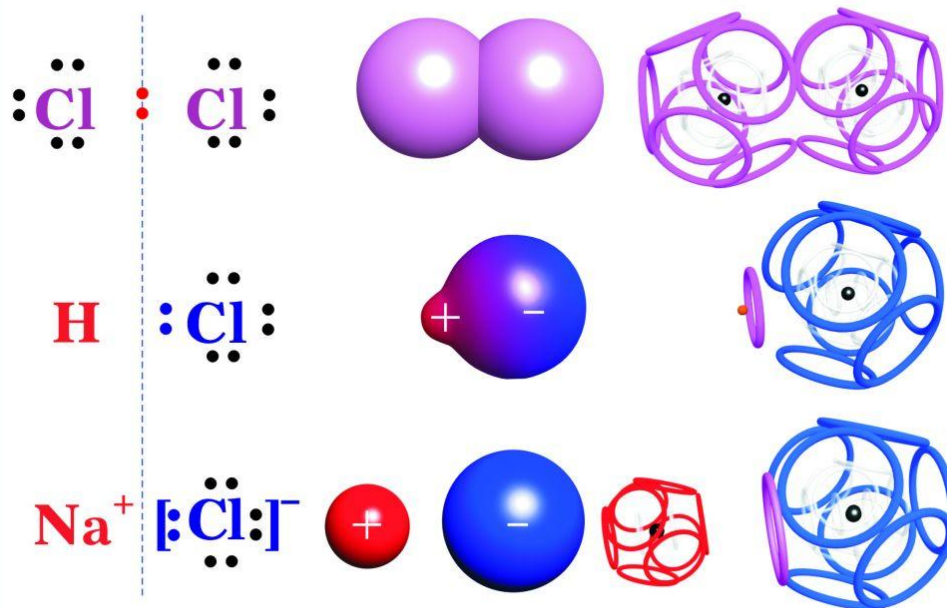


СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ



Изменения содержания обучения и ожидаемые результаты

Изменения в содержании	Способы и средства достижения результата	Достижимый результат
<p>1. Связать движение электрона в виде точки в планетарной модели атома с движением распределенного отрицательного заряда по замкнутому контуру в электронной оболочке атома.</p>	<p>1. Изображение электрона в атоме гибким кольцом (или замкнутым контуром), размер которого определяет размер атома. Используются кольца разного цвета, двуцветные, магнитные, кольца с символическим обозначением направления движения, фрагменты</p>	<p>1. За счёт совмещения корпускулярно-волновых свойств электрона в одной модели избегаем множественного переопределения электрона, то в виде точки, или маленького шара, то в виде орбитали или электронного облака.</p>
<p>2. Дать определение спин электрона (присущего электрону свойства внутреннего вращения), связав его с движением заряда электрона внутри атома по замкнутому контуру, сообщаящее электрону магнитный момент в атоме.</p>	<p>2. Изобразить спин в виде вектора, приложенного к центру кольца, изображающего электрон, перпендикулярно его плоскости. Направление вектора определяется в зависимости от направления движения заряда по кольцу по правилу буравчика.</p>	<p>2. Наглядное и простое обозначение свойства внутреннего вращения электрона – спин избавляет от противоречия между наличием движущейся заряженной частицы в атоме и отсутствием излучения, которым должно сопровождаться её движение.</p>
<p>3. Открывается новая возможность рассмотрения взаимодействия электронов внутри атомной оболочки (в виде упрощенных моделей электрона в виде кольцевых магнитов или замкнутых контуров с током).</p>	<p>3. Использовать для моделирования оболочек магнитные кольца, или кольца двух цветов (красного и синего), или же двуцветные кольца (красно – синие), обозначающие магнитные свойства модели электрона, аналогично кольцевому магниту.</p>	<p>3. Наглядная демонстрация образования в атоме устойчивых оболочек («электронных поверхностей» вокруг ядра атома), а также возможность проведения модельного эксперимента проверки их устойчивости. Объясняются ранее постулируемые свойства устойчивости оболочек.</p>

Изменения содержания обучения и ожидаемые результаты

Изменения в содержании	Способы и средства достижения результата	Достижимый результат
4. Рассмотрение стремления оболочек к завершённой форме как следствия взаимодействия электронов в оболочке с учётом их свойств «спин» и стремления к образованию наиболее правильных симметричных форм.	4. Построение кольцевых моделей электронных оболочек из моделей электронов в виде колец с учётом чередования их свойства спин, обозначаемого цветом колец. Модельный эксперимент выявления наиболее устойчивых оболочек в атоме.	4. Возможность показа как устойчивых (завершённых), так и незавершённых оболочек. Демонстрация зависимости свойств элементов от вида его электронной оболочки. Объяснение понятия периодичности на примере заполнения электронных слоёв в атоме.
5. Моделирование процессов образования ионов из нейтральных атомов, определяемое взаимодействием электронов в атомных оболочках.	5. Составление объёмных моделей ионов из плоских колец (моделей электронов)	5. Объяснение и модельная демонстрация процессов образования ионов с завершёнными оболочками из нейтральных атомов, имеющих незавершённые оболочки.
6. Пространственное моделирование электронных поверхностей молекул с различными видами связей.	6. Проведение фронтальных работ построения моделей молекул в виде модельных экспериментов.	6. Демонстрация и объяснение образования ковалентных полярных и неполярных связей. Изучение особенностей их электронного строения.

Примерное тематическое планирование содержания раздела «Строение вещества. Химическая связь»

№	Содержание вопроса	Методические приёмы и организационные формы обучения	Использование комплекса и его компонентов
1	Исторические модели строения атома	Рассказ и демонстрация сложного строения атома, его ядра и электронных оболочек.	Таблица 1. «Исторические модели строения атома». Разные модели атома.
2	Состав и важнейшие характеристики атома. Устойчивые электронные оболочки.	Модельный эксперимент по проверке устойчивости электронных оболочек, проводимый с помощью раздаточного набора «Кольцегранник». Компьютерный урок с использованием	Таблица 2. «Строение атома». Раздаточный набор «Кольцегранник». Обучающая компьютерная программа «Глобус атома» часть 1.
3	Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева;	Изучение демонстрационных или обучающих программ общего вида периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Демонстрация фрагмента фильма, посвященного строению вещества. Компьютерный урок.	Видеофильм «Путешествие в Наномир». Компьютерная обучающая программа «Глобус атома» часть 2. Кольцегранные модели.
4	Строение и свойства элементов первого и второго периодов	Рассказ и демонстрация моделей.	Таблица 3. «Электронные оболочки атомов». Кольцегранные и орбитальные модели.
5	Галогены. Строение атомов элементов 7А группы	Фронтальная работа по моделированию электронной оболочки галогенов	Лабораторная работа 1е, 2. Раздаточный набор «Кольцегранник»

Примерное тематическое планирование содержания раздела «Строение вещества. Химическая связь»

№	Содержание вопроса	Методические приёмы и организационные формы обучения	Использование комплекса и его компонентов
6	Ионная связь, её образование. Заряды ионов. Понятие степени окисления.	Составление кольцевидных моделей ионов с использованием уже собранных моделей галогенов.	Использование таблицы 7. «Ионная связь». Раздаточный набор «Кольцевидник»
7	Неполярные и полярные ковалентные связи. Простые и сложные вещества.	Фронтальные работы по моделированию процессов образования химических связей (H_2 , HCl , Cl_2).	Использование таблицы 8. «Ковалентная связь». Раздаточный набор «Кольцевидник».
8	Углерод. Строение атома и проявление валентности. Строение молекулы метана.	Рассказ. Проведение фронтальных работ по моделированию метана.	Таблица 4. «Модели строения веществ». Кольцевидные, орбитальные и масштабные модели.
9	Вода. Электронное строение молекулы H_2O . Геометрия молекул.	Демонстрации. Проведение фронтальных работ по моделированию молекул воды. Ответы на вопросы.	Таблица 4. «Модели строения веществ». Раздаточный набор «Кольцевидник».
10	Одноатомные спирты.	Лабораторная работа 11. Изготовление моделей метилового и этилового спиртов: CH_3OH , C_2H_5OH	Кольцевидные и масштабные модели. Набор «Кольцевидник».
11	Подгруппа кислорода. Аллотропия серы и кислорода.	Рассказ и обращение к таблице периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.	Кольцевидные и орбитальные модели. Раздаточный набор «Кольцевидник».

Примерное тематическое планирование содержания раздела «Строение вещества. Химическая связь»

№	Содержание вопроса	Методические приёмы и организационные формы обучения	Использование комплекса и его компонентов
12	Неорганические кислоты	Рассказ о кислотах, сопровождаемый демонстрацией. Для закрепления материала проведение практической работы.	Практическая работа № 8. «Строение молекулы серной кислоты (H_2SO_4)». Раздаточный набор «Кольцегранник»
13	Виды ковалентных связей.	Демонстрации и рассказ. Проведение практической работы: «Построение моделей кислорода (O_2) и углекислого газа (CO_2)»	Таблица 8. «Ковалентная связь». Масштабные и кольцегранные модели.
14	Предельные и непредельные углеводороды. Алкены, алкины.	Демонстрация и построение графических схем и моделей этилена, ацетилена (C_2H_2).	Лабораторная работа 14. «Построение модели ацетилена (C_2H_2)».
15	Ароматические углеводороды. Строение молекул.	Практическая работа №12: Моделирование молекулы бензола (C_6H_6).	Скелетные, кольцегранные и масштабные модели.

Оценка информативности компонентов комплекса

Информационные блоки (фрагменты информации)	Электрон- ные схемы	Скелетные модели	Масштаб- ные модел и ¹	Кольцегран - ные 4 модели	Орбиталь- ные модел и ¹
1. Модельное представление электрона и его свойств	1	0	1	4	1
2. Взаимодействие электронов в оболочке атома;	2	0	0	4	2
3. Образование электронных оболочек;	1	0	1	4	1
4. Проверка устойчивости электронных оболочек;	1	0	0	4	0
5. Распределение электронов в атоме по оболочкам;	4	0	1	4	1
6. Окислительно-восстановительные свойства элементов;	2	1	1	4	3
7. Степень окисления и валентность;	3	2	2	4	3
8. Изучение разных видов ковалентных связей;	1	3	3	4	4
9. Направленность связей в молекулах.	0	3	3	4	3
Средний балл	1.7	0.8	1.2	4.0	2.0

Оценка компонентов комплекса по показателю

освоенности (подготовленности учителя к использованию)

Информационные блоки (фрагменты информации)	Электрон- ные схем ы ⁴	Скелетные модели	Масштаб- ные модел и ²	Кольцегран - ные модел и ¹	Орбиталь- ные модел и ³
1. Модельное представление электрона и его свойств	4	0	0	1	3
2. Взаимодействие электронов в оболочке атома;	0	0	0	1	2
3. Образование электронных оболочек;	0	0	0	1	0
4. Проверка устойчивости электронных оболочек;	4	0	0	1	2
5. Распределение электронов в атоме по оболочкам;	3	0	1	1	3
6. Окислительно-восстановительные свойства элементов;	2	3	2	1	3
7. Степень окисления и валентность;	0	4	4	1	4
8. Изучение разных видов ковалентных связей;	0	4	4	1	3
9. Направленность связей в молекулах.					
Средний балл	1.9	1.2	1.4	1	2.6

Оценочный профиль педагогической эффективности

КОМПОНЕНТОВ КОМПЛЕКСА

Показатели качества	Средняя оценка в баллах				
	Электронные схемы	Скелетные модели	Масштабные модели	Кольцевые модели	Орбитальные модели
Информативность	1.7	0.8	1.2	4	2
Доступность	2	1.2	1.7	2.9	1.9
Затраты времени	1.2	0.8	1.6	2.9	1.6
Освоенность	1.9	1.2	1.4	1	2.6
Средний общий балл	1.7	1	1.5	2.7	2

Педагогическая эффективность комплекса

Информационные блоки (фрагменты информации)	Показатели			
	Информативность	Доступность восприятия	Затраты времени	Освоенность
1. Модельное представление электрона и его свойств	4	4	4	4
2. Взаимодействие электронов в оболочке атома;	4	3	4	4
3. Образование электронных оболочек;	4	3	3	2
4. Проверка устойчивости электронных оболочек;	4	4	2	1
5. Распределение электронов в атоме по оболочкам;	4	4	4	4
6. Окислительно-восстановительные свойства элементов;	4	4	3	3
7. Степень окисления и валентность;	4	4	4	3
8. Изучение разных видов ковалентных связей;	4	4	3	4
9. Направленность связей в молекулах.	4	4	4	4
Средний балл	4	3.8	3.4	3.2