



И. В. Герасимова, Н. А. Курганова

Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия

ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ АТОМА В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ: ИНТЕГРИРОВАННЫЙ УРОК ХИМИИ И ИНФОРМАТИКИ*

Аннотация

В статье рассматриваются возможности использования систем виртуальной реальности на уроке информатики в сопряжении с такой дисциплиной, как химия. Обосновывается проведение интегрированного урока по химии и информатике. Приводится методическая разработка урока по теме «Электронное строение атома в виртуальной реальности». На мотивационно-целевом этапе урока используются такие методические приемы, как «Цитирование высказываний известных людей» и «Фотография». На этапе актуализации знаний организовано повторение информации о системе виртуальной реальности; о том, как правильно надеть шлем виртуальной реальности и контроллеры; обсуждаются основные правила техники безопасности нахождения в виртуальной реальности. Также на данном этапе учащиеся повторяют сведения о строении атомов. На этапе изучения нового материала описываются назначение и интерфейс приложения виртуальной реальности *Abelana's Atom Maker VR*, которое задействовано при проведении интегрированного урока. На этапе первичного закрепления предложены задания по химии, которые целесообразно реализовать в приложении виртуальной реальности *Abelana's Atom Maker VR*. Рефлексия учебной деятельности проводится при помощи приема «10 мнений». Домашнее задание включает в себя просмотр видеоролика, на основе которого выполняется аналогичное задание, сформулированное учителем.

Ключевые слова: VR, Virtual Reality, виртуальная реальность, AR, Augmented Reality, дополненная реальность, система виртуальной реальности, приложения виртуальной реальности, атом, строение атома, *Abelana's Atom Maker VR*.

1. Введение

Сегодня важную роль в развитии различных сфер человеческой деятельности играют цифровые «сквозные» техно-

логии, обозначенные в национальном проекте «Цифровая экономика Российской Федерации» [8]. Среди цифровых «сквозных» технологий особо выделяются технологии виртуальной и дополненной реальности (VR/AR-технологии).

* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО: http://infojournal.ru/journals/school/school_02-2023/

Контактная информация

Герасимова Ирина Владимировна, канд. пед. наук, доцент кафедры химии и методики преподавания химии, Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия; *адрес:* 644099, Россия, г. Омск, наб. Тухачевского, д. 14; *e-mail:* i_gerasimova@mail.ru

Курганова Наталья Александровна, канд. пед. наук, доцент кафедры прикладной информатики и математики, Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия; *адрес:* 644099, Россия, г. Омск, наб. Тухачевского, д. 14; *e-mail:* kurganovana@gmail.com

I. V. Gerasimova, N. A. Kurganova

Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia

ELECTRONIC STRUCTURE OF THE ATOM IN VIRTUAL REALITY: INTEGRATED LESSON OF CHEMISTRY AND INFORMATICS

Abstract

The article discusses the possibilities of using virtual reality systems in an informatics lesson in conjunction with such a discipline as chemistry. It substantiates the conduct of an integrated lesson in chemistry and informatics. The lesson on the theme "Electronic structure of the atom in virtual reality" is given. At the motivational-target stage of the lesson, such methodological techniques as "Quoting the statements of famous people" and "Photography" are used. At the stage of knowledge actualization, repetition of information about the virtual reality system was organized; how to properly put on a virtual reality helmet and controllers; the basic safety rules for being in virtual reality are discussed. Also at this stage, students repeat information about the structure of atoms. At the stage of learning new material, the purpose and interface of the *Abelana's Atom Maker VR* virtual reality application, which is involved in the integrated lesson, are described. At the stage of primary consolidation, tasks in chemistry are proposed, which should be implemented in the virtual reality application *Abelana's Atom Maker VR*. Reflection of educational activity is carried out using the "10 opinions" technique. Homework includes watching a video on the basis of which a similar task formulated by the teacher is performed.

Keywords: VR, Virtual Reality, AR, Augmented Reality, Virtual Reality System, Virtual Reality Applications, atom, atom structure, *Abelana's Atom Maker VR*.

Дадим определение «сквозной» цифровой технологии «Технологии виртуальной и дополненной реальности» согласно дорожной карте [4].

Технология виртуальной реальности (Virtual Reality, VR) — это комплексная технология, позволяющая погрузить человека в иммерсивный виртуальный мир при использовании специализированных устройств (шлемов виртуальной реальности).

Технология дополненной реальности (Augmented Reality, AR) — технология, позволяющая интегрировать информацию с объектами реального мира в форме текста, компьютерной графики, аудио и иных представлений в режиме реального времени.

Виртуальная реальность воссоздает искусственный мир, передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, осязание и др. Человек может взаимодействовать с трехмерной средой, а также манипулировать объектами, реализовывать определенные задачи.

Одним из приоритетных направлений внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности является сфера образования [4, 5].

Отметим, что такое инновационное оборудование, как системы виртуальной реальности, имеется в ряде школ, где функционируют «Точки роста» и «Кванториумы», открытые при поддержке национального проекта «Образование». На данный момент в России действуют уже около 9000 «Точек роста», 135 детских технопарков, а к 2024 году их число достигнет 359 [3].

Инновационным оборудованием, к которому относятся системы виртуальной реальности, в школах оснащены кабинеты информатики. В поддержку образовательного процесса программистами разработаны приложения виртуальной реальности, которые можно использовать при изучении различных дисциплин, в том числе на уроках химии [9].

Так, в обучении химии при усвоении школьниками абстрактных понятий, например строения атома, используются модельные представления. Раньше для визуализации этих представлений на уроках химии учителя традиционно использовали магнитные доски со схемами квантовых ячеек и стрелки на магнитах, условно обозначающие электроны. Сейчас это оборудование заменили электронные ресурсы, позволяющие в 2D-формате «собирать» схемы электронного строения атомов. Интеграция химии с информатикой позволит использовать с этой целью современные приложения трехмерной виртуальной реальности, что, несомненно, выведет обучение на новый уровень [6]. В то же время отметим, что освоение систем виртуальной реальности целесообразно организовать на уроке информатики.

Таким образом, возникает необходимость в проведении интегрированных уроков по различным дисциплинам. В нашей статье мы остановимся на интегрированном уроке химии и информатики.

2. Содержание урока «Электронное строение атома в виртуальной реальности»

В рамках данной статьи рассмотрим основное содержание урока для XI класса «Электронное строение атома в виртуальной реальности» [1], коснемся вопросов

использования возможностей технологии виртуальной реальности в качестве средства обучения на примере обучения школьников химии.

В качестве визуальной основы ход урока сопровождается презентацией [2].

Структура урока может включать следующие этапы:

- I. Мотивационно-целевой этап.
- II. Этап актуализации опорных знаний.
- III. Этап изучения нового материала.
- IV. Этап первичного закрепления.
- V. Этап подведения итогов и рефлексии.
- VI. Домашнее задание.

Ход урока

I. Мотивационно-целевой этап

На данном этапе учитель использует **методические приемы «Цитирование высказываний известных людей» и «Фотография»** [11].

Цитата: «Если бы в результате какой-то мировой катастрофы все накопленные знания вдруг оказались уничтоженными и к грядущим поколениям живых существ перешла только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию? Я считаю, что это «Мир состоит из атомов» (Ричард Фейнман, физик, лауреат Нобелевской премии).

Фотография (рис. 1):



Рис. 1. Система виртуальной реальности HTC Vive

Цитату Ричарда Фейнмана и фотографию учитель демонстрирует учащимся на слайде презентации (рис. 2).

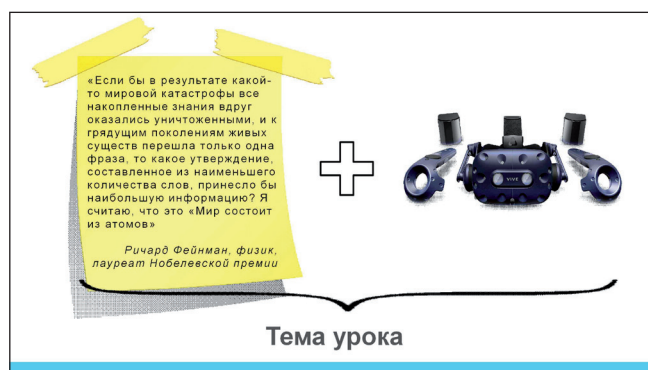


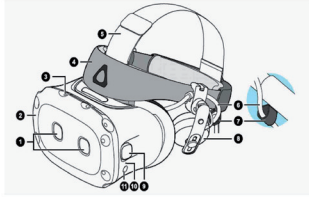
Рис. 2. Слайд презентации для мотивационно-целевого этапа

Учащиеся высказывают предположение, что они будут изучать строение атома, используя нестандартную для уроков химии технологию виртуальной реальности.

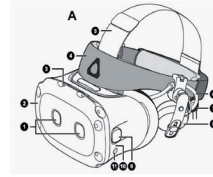
С основными сведениями о строении атомов учащиеся уже знакомы. Поскольку при химических реакциях

Задание.

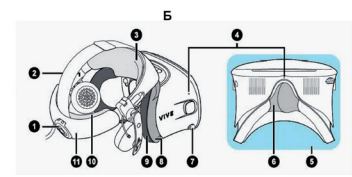
Перед вами шлем виртуальной реальности. Найдите на нем следующие элементы:



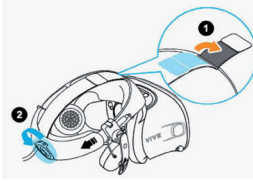
- индикатор состояния;
- кнопка шлема;
- регулировочный диск;
- кабель шлема;
- верхний ремешок;
- микрофон.

Задание. Самоконтроль

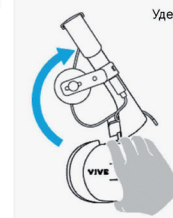
- A:**
5 – Верхний ремешок
6 – Кабель шлема
10 – Индикатор состояния
11 – Кнопка шлема



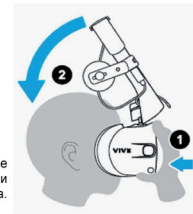
- Б:**
1 – Регулировочный диск
4 – Микрофон

Как правильно надеть шлем виртуальной реальности

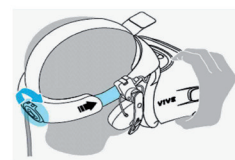
Отсоедините крепление на липучке на верхнем ремешке, а затем ослабьте фиксирующий ремешок, вращая поворотный регулятор против часовой стрелки.



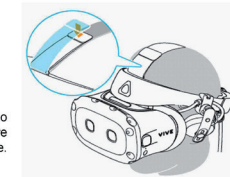
Удерживая окуляры одной рукой, потяните фиксирующий ремешок вверх.



Прижмите окуляры к глазам. Регулируйте положение окуляров, пока не увидите четкое изображение внутри шлема.



Отрегулируйте верхний ремешок до плотного прилегания и зафиксируйте крепление на липучке.



Потяните фиксирующий ремешок шлема вниз до щелчка. Вращайте поворотный регулятор по часовой стрелке, пока шлем не будет плотно прилегать. Убедитесь, что окуляры направлены строго вперед.

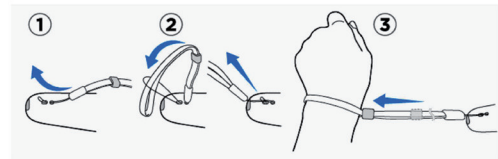
Как надеть контроллер на руку

Рис. 3. Слайды презентации по обращению со шлемом виртуальной реальности

состав ядер атомов не изменяется, а на характер химического элемента и свойства его соединений решающее влияние оказывают особенности строения электронной оболочки атома, учитель подводит учащихся к необходимости глубже разобраться в поведении электронов в атоме. Таким образом, учащиеся подводятся к формулированию **темы урока:** «Электронное строение атома в виртуальной реальности» и **цели урока:** используя приложение виртуальной реальности Abelana's Atom Maker VR, изучить особенности строения электронов в атоме, порядок заполнения и структуру электронных оболочек атомов малых и больших периодов.

II. Этап актуализации опорных знаний

На данном этапе необходимо актуализировать знания учащихся о системе виртуальной реальности. Ребята должны вспомнить инструкцию о том, как правильно надеть шлем виртуальной реальности, как надеть контроллер на руку [2, 7]. Данная информация представлена в презентации к уроку (рис. 3).

Необходимо обсудить с учащимися основные правила техники безопасности нахождения в виртуальной реальности [2, 7] (рис. 4), обратить их внимание на соответствующие плакаты в кабинете информатики.

Техника безопасности

1

Убедитесь, что в пределах зоны погружения в виртуальную реальность отсутствуют предметы, которые могут привести к ушибам и травмам.

2

При погружении в виртуальную реальность обеспечьте помощь еще одного человека. Один человек непосредственно использует VR-оборудование, второй следит, чтобы первый случайно не пострадал от неожиданного контакта с реальностью (не запутался в кабеле шлема; не столкнулся с предметами, которые могут находиться за пределами рабочей зоны)

3

Избегайте попадания прямых солнечных лучей на шлем, так как они могут привести к сбою настроек станций

Рис. 4. Слайд презентации с правилами техники безопасности нахождения в виртуальной реальности

Также на данном этапе учащиеся повторяют сведения о строении атомов. Ориентиром при повторении могут служить следующие **вопросы и задания**:

1. Что вам известно о строении атомов?
2. Как определить заряд ядра атома и число электронов на электронных оболочках, пользуясь таблицей периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева?
3. Что вам известно о строении ядра атома? Из каких двух видов нуклонов оно состоит?
4. Как определить число протонов? Как определить число нейтронов? Определите число протонов и нейтронов в атомах бора, серы, цинка.
5. Что такое электронный слой или энергетический уровень? Как определить число энергетических уровней? Как определить число электронов на первом от ядра и на внешнем энергетических уровнях?

III. Этап изучения нового материала

На данном этапе учитель химии рассказывает учащимся, что **приложение Atom Maker VR** предназначено для визуализации строения атомов химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева.

Учитель объясняет новый материал об электронном строении атомов, визуализируя его примером из приложения виртуальной реальности. При этом педагог описывает интерфейс приложения, надев шлем виртуальной реальности. Все действия учителя в виртуальной реальности визуализируются на интерактивной панели, к которой подключен компьютер с установленным приложением Atom Maker VR.

Интерфейс приложения Atom Maker VR.

Центральное место занимает таблица периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева.

Кнопки, расположенные под таблицей элементов:


- *Orbitals*;
- *Groups*;
- *Countries*.

При выборе кнопки *Orbitals* в таблице периодической системы появляется информация о принадлежности химических элементов к электронным семействам (s-, p-, d-, f-) (рис. 5).

При выборе кнопки *Groups* появляется информация о классификации химических элементов на естественные семейства (щелочные металлы, щелочноземельные металлы, инертные газы и т. п.) (рис. 6).

При выборе кнопки *Countries* появляются флаги стран, в которых были открыты химические элементы (рис. 7).

Кнопки на панели управления (рис. 8).

- p^+ *Protons* — протоны;
- n^0 *Neutrons* — нейтроны;
- e^- *Electrons* — электроны;
- *глаз* — кнопка позволяет скрывать все изображения, кроме панели управления и фона;
- *рука* — кнопка позволяет двигать заполняемый шаблон, например . При этом элементы интерфейса остаются неподвижными;
- кнопки, позволяющие выбрать бэкграунд приложения: *координатная сетка и звездное небо*; *звездное небо и планеты*; *звездное небо*;
- *Tutorial* — обучающий интерактив по работе с приложением;
- *Exit* — выход.

До выбора химического элемента из таблицы периодической системы появляется основа для «заполнения» ядра атома (*Nucleus*) и его электронных слоев (рис. 9).

«Сборка» атома происходит при помощи правого контроллера, а при помощи левого контроллера

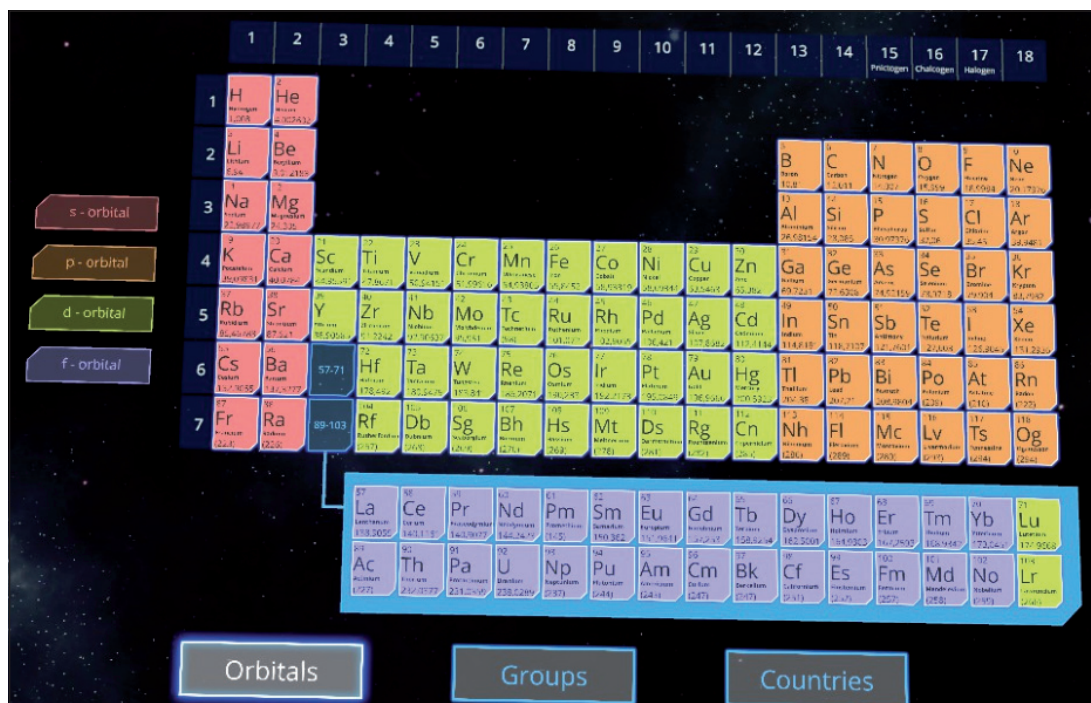


Рис. 5. Интерфейс приложения Atom Maker VR, когда активна кнопка *Orbitals*

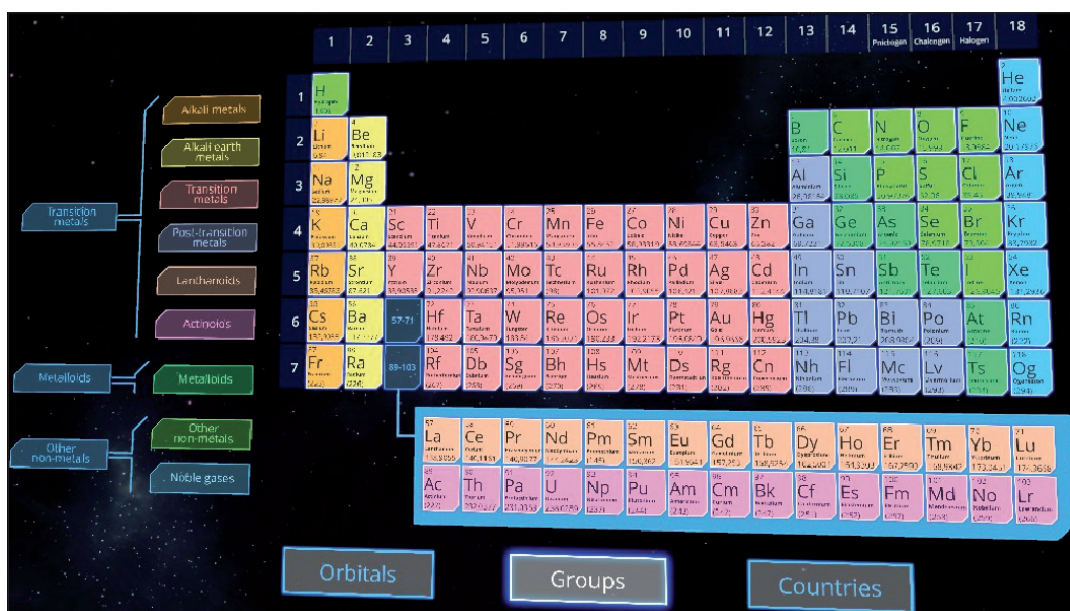


Рис. 6. Интерфейс приложения Atom Maker VR, когда активна кнопка **Groups**

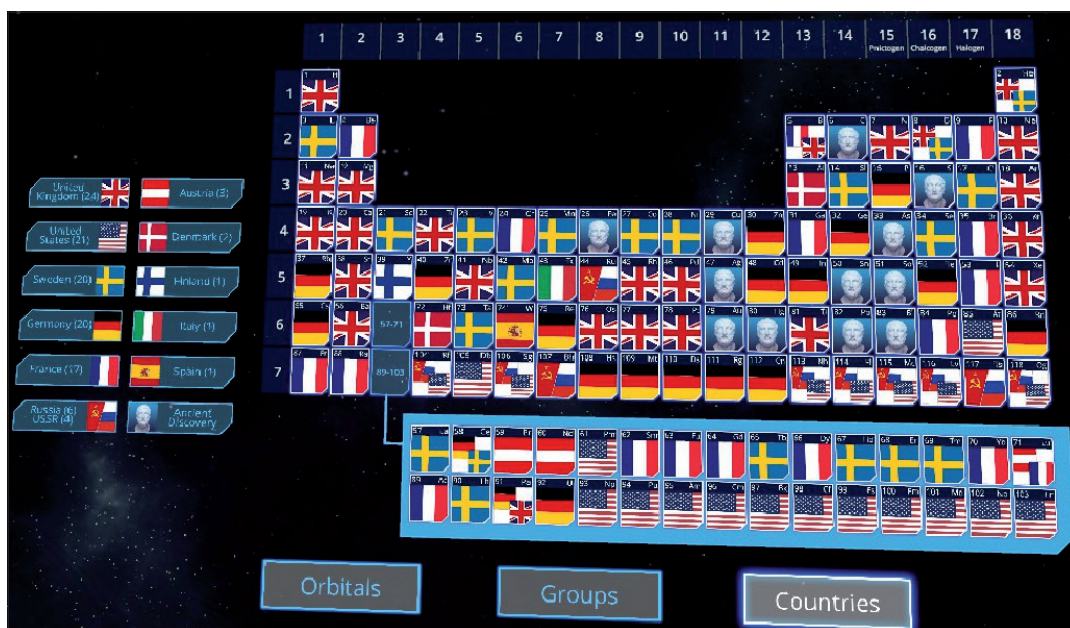


Рис. 7. Интерфейс приложения Atom Maker VR, когда активна кнопка **Countries**



Рис. 8. Кнопки панели управления приложения Atom Maker VR

производится удаление ненужных элементов в его структуре.

Для выбора химического элемента необходимо нажать курок правого контроллера.

Выбранный элемент и информация о нем, соответствующая кнопке на пульте управления, отображаются в правом верхнем углу.

Использование приложения Atom Maker VR для характеристики строения атома химического элемента.

Для работы с приложением приглашается учащийся. Учитель курирует его нахождение в виртуальной реальности, комментирует этапы работы с приложением по характеристике строения атома. Остальные ученики выступают в роли наблюдателей.

Учащийся выполняет задание на примере азота.

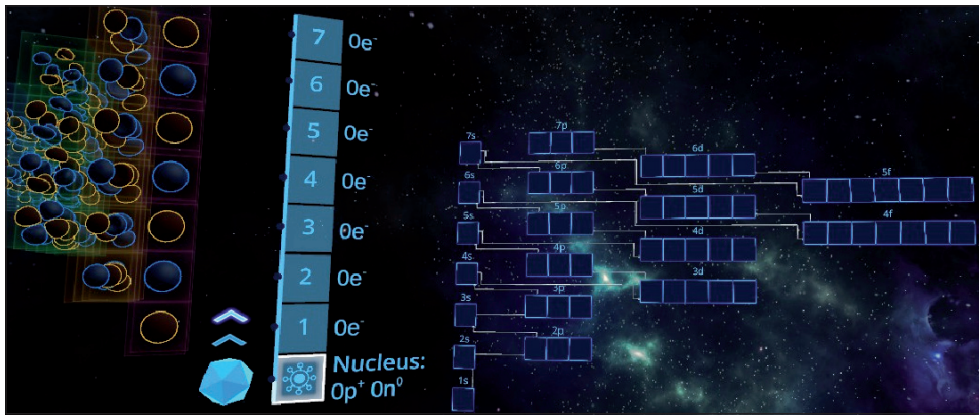


Рис. 9. Основа для «заполнения» ядра атома и его электронных слоев

Задание 1.

«Соберите» ядро атома азота.

Пояснения по выполнению задания и визуализация.

Выбрав кнопку p^+ , ученик получает информацию о количестве протонов в ядре атома химического элемента. Соответственно, он должен заполнить шаблон протонами (рис. 10).

Выбрав кнопку n^0 , ученик получает информацию о том, как определить количество нейтронов, и само количество. Учащийся заполняет шаблон нейтронами (рис. 11).

При выборе учеником кнопки e^- в правом верхнем углу появляется схема, отражающая порядок заполнения электронами энергетических подуровней в атоме этого химического элемента — электронная формула (рис. 12).

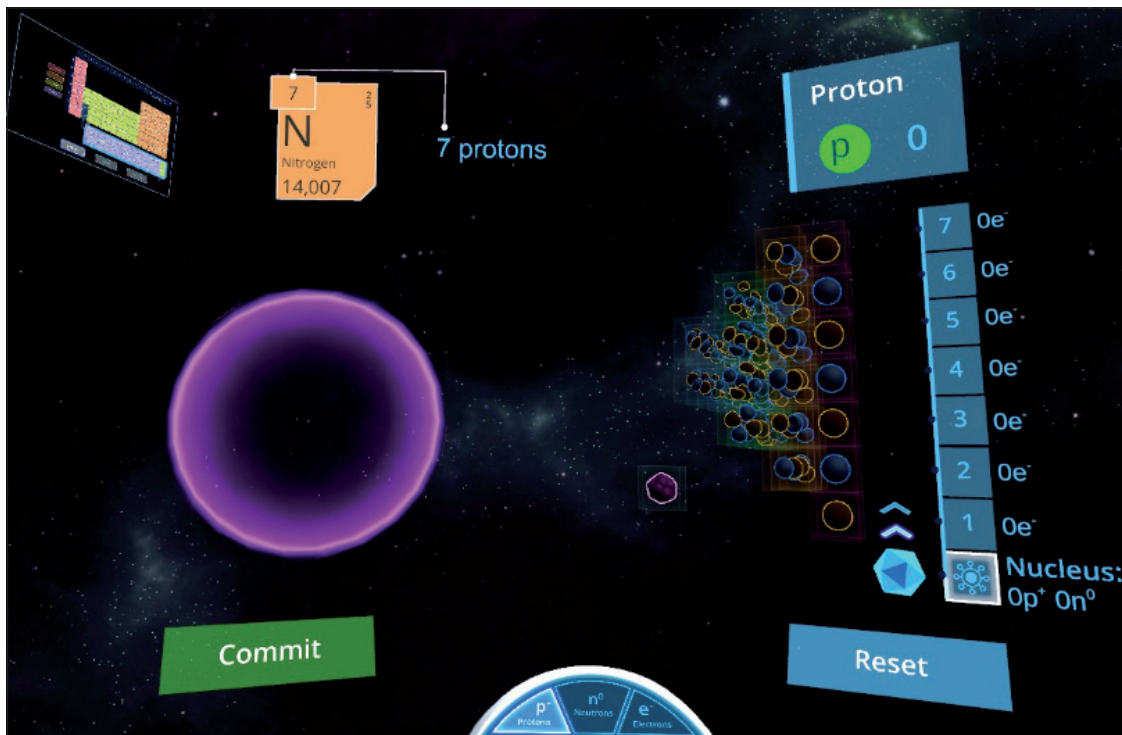


Рис. 10. Интерфейс приложения Atom Maker VR, когда выбраны протоны

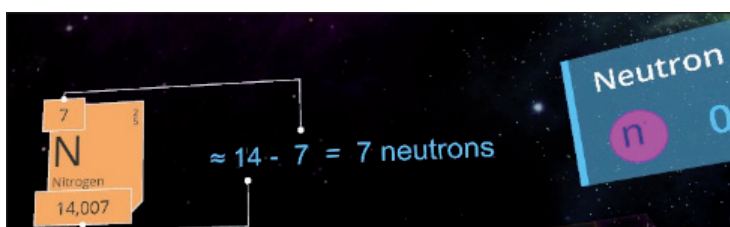


Рис. 11. Формула расчета количества нейтронов



Рис. 12. Электронная формула азота

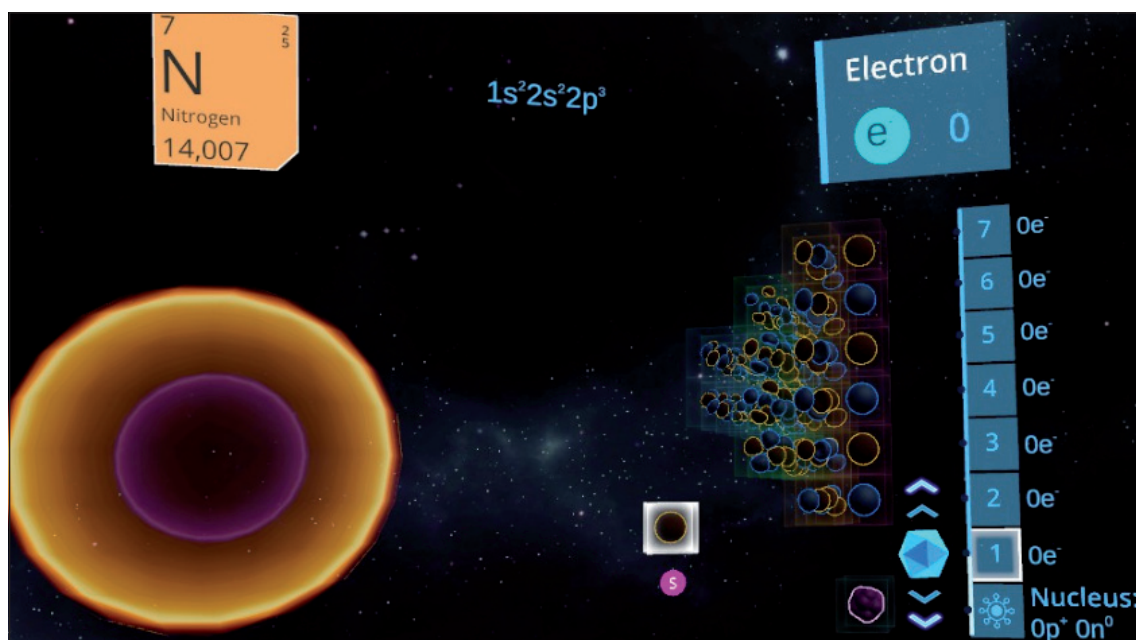


Рис. 13. Электронные слои

Опираясь на предложенную схему, учащийся заполняет электронами электронные слои (энергетические уровни) в атоме этого химического элемента (рис. 13).

При этом в левой части при нажатии на номер энергетического уровня отображается его структура: подуровни и образующие их орбитали (рис. 14).

Итог работы на данном этапе — заполненная энергетическая диаграмма электронных оболочек атома (рис. 15), а также модель (рис. 16).

Учащийся должен заполнить орбитали электронами, соблюдая определенные правила (принцип наименьшей энергии, принцип Паули, правило Хунда), в конце кнопкой *Commit* подтвердить выполнение задания. Если задание выполнено верно, то появляется изображение завершения работы (рис. 17).

Если при выполнении задания допущены ошибки, приложение «не принимает» у ученика ответ, не позволяя

завершить работу (рис. 18). Ценно, что учащемуся при этом не надо теряться в догадках, не надо вмешиваться в его работу учителю со своими указаниями — приложение выделяет ошибки красным цветом (рис. 18). Данный функционал приложения позволяет формировать у учащихся навыки самоконтроля.

Кнопка *Reset* позволяет «сбросить» информацию, полностью очистить шаблон. Если же информацию необходимо удалить частично из заполняемых шаблонов, ученик должен воспользоваться левым контроллером.

IV. Этап первичного закрепления

Для выполнения последующих заданий организуется **работа учащихся в парах**.

Пока одна пара выполняет задание в приложении Atom Maker VR, другие работают письменно. Пары учеников сменяют друг друга в виртуальной реальности.

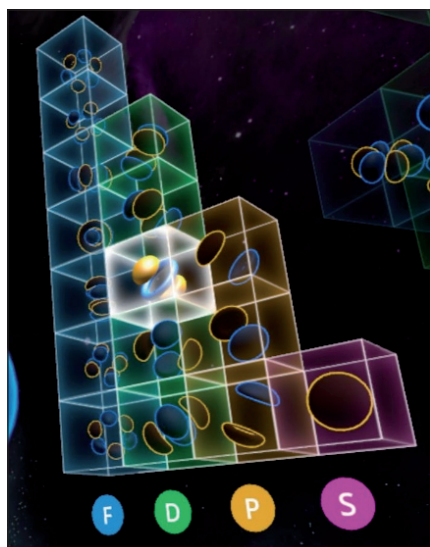


Рис. 14. Виды орбиталей

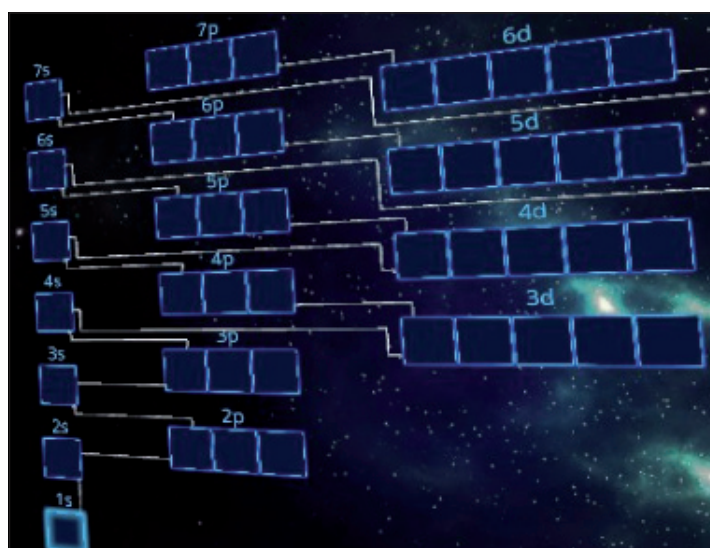


Рис. 15. Энергетическая диаграмма электронных оболочек атома

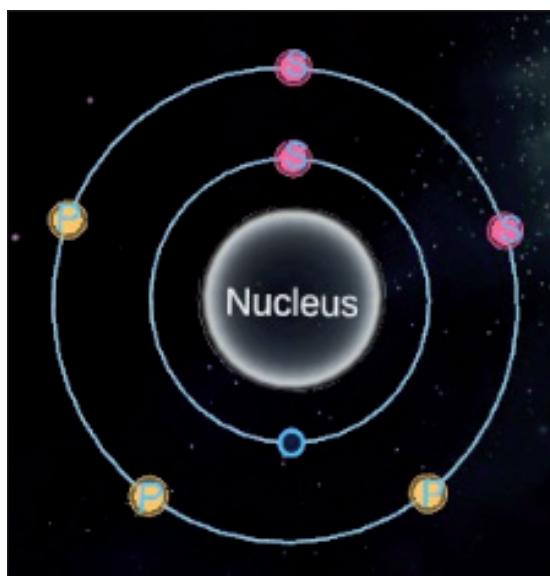


Рис. 16. Модель атома

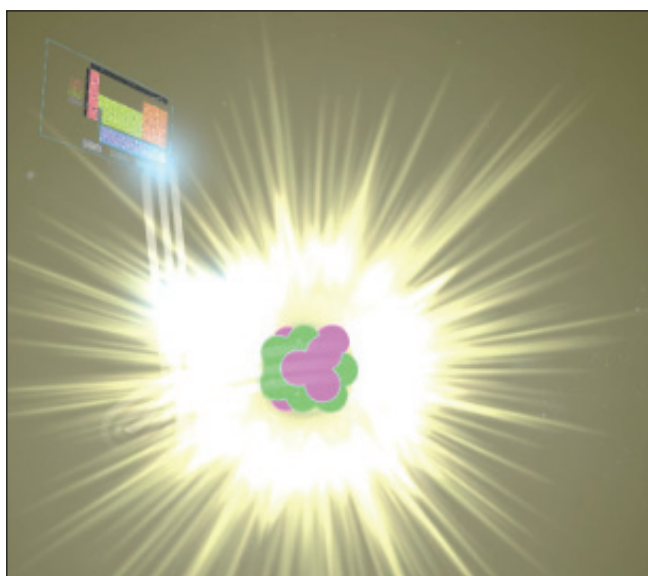


Рис. 17. Итог правильного выполнения задания

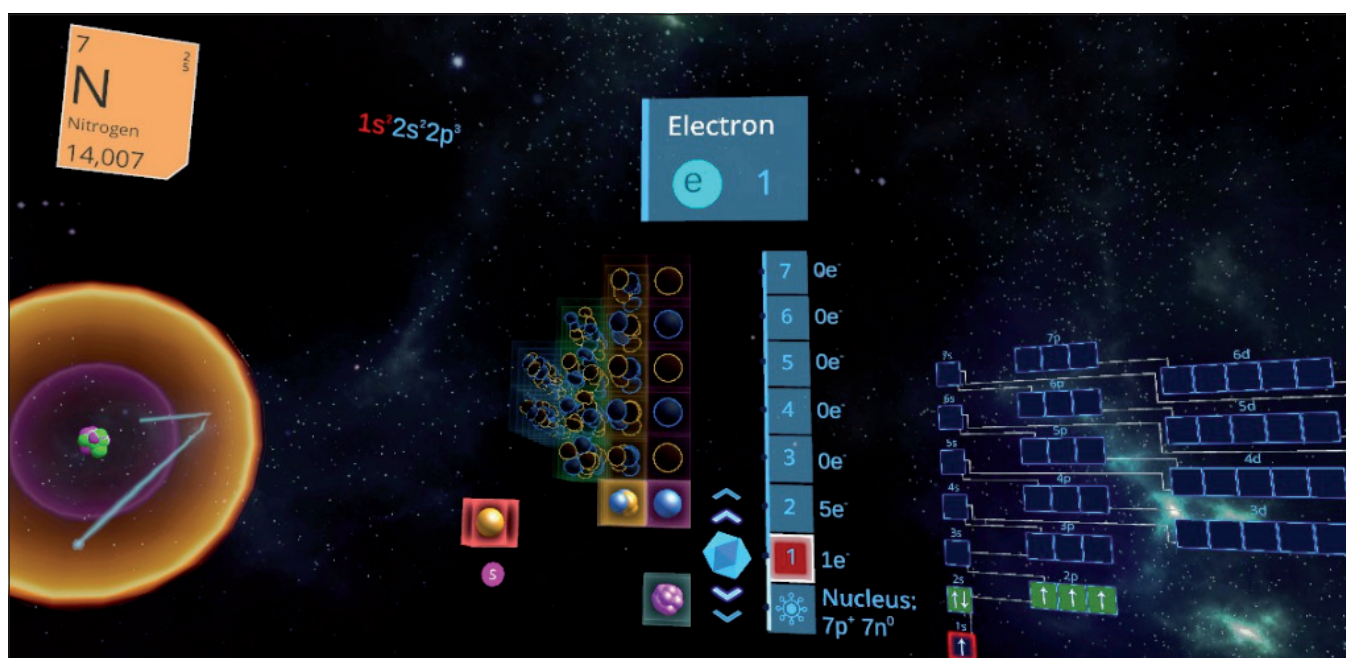


Рис. 18. Визуализация ошибочных действий

Отметим, что даже если ученики выполняют задания с опережением, то впоследствии они смогут проверить правильность выполнения заданий в приложении.

Приведем примеры заданий, которые учащиеся XI класса могут выполнить на данном уроке.

Задание 2.

«Соберите» атомы следующих химических элементов: кислорода, алюминия, ванадия, мышьяка, рубидия ИЛИ «соберите» атомы химических элементов с порядковыми номерами 8, 13, 23, 33, 37.

Задание 3.

«Соберите» атом химического элемента, имеющего следующие характеристики:

а) в ядре атома $17 p^+$;

б) на внешнем энергетическом уровне $4 \bar{e}$, элемент второго периода;

в) конфигурация валентных электронов $3d^5 4s^2$.

Задание 4.

Отгадайте химический элемент по описанию. Используйте таблицу периодической системы химических элементов в режиме, когда нажата кнопка *Countries*. Изучите строение атома этого химического элемента.

а) Этот химический элемент в 1669 году случайно выделил немецкий алхимик Хенниг Бранд, пытаясь получить философский камень. Подсказка: дословно название этого элемента — «несущий свет».

б) Этот химический элемент был открыт в Казани в 1844 году. Первооткрыватель элемента профессор К. К. Клаус назвал его в честь России.

Задание 5.

По дате своего рождения и представленной формуле определите, какой вам соответствует химический элемент. Смоделируйте строение его атомов.

$$N = \frac{1200x + 100y + z - 1300}{400} + 1,$$

где:

- N — порядковый номер химического элемента;
- x — день рождения (от 1 до 31);
- y — месяц рождения (от 1 до 12);
- z — две последние цифры года рождения (от 00 до 99).

Сделав необходимые вычисления, нужно от полученного результата взять только *целую часть*, отбросив десятичные знаки.

V. Этап подведения итогов и рефлексии

На данном этапе учащиеся соотносят цели, которые они ставили на уроке, и результаты своей деятельности.

Учитель предлагает выразить мнение об уроке, используя прием рефлексии, который так и называется — «10 мнений» [10] (рис. 19).

Учитель. Выразите мнение об уроке, сущность которого в следующем:

- 1) впечатлило;
- 2) заинтересовало;
- 3) удивило;
- 4) стало открытием;
- 5) оригинально;
- 6) просто;
- 7) непонятно;
- 8) не очень удачно;
- 9) скучно;
- 10) ...

Если ученика не устраивают приведенные варианты, десятое мнение он может сформулировать самостоятельно.

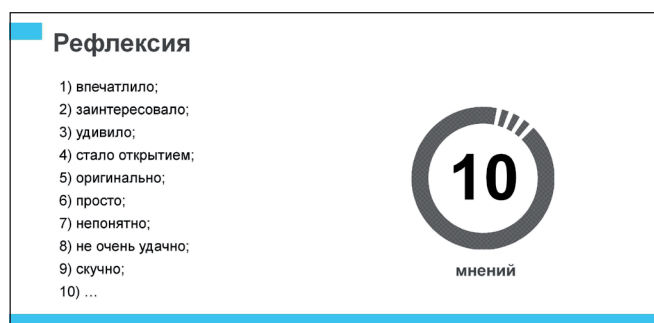


Рис. 19. Визуализация приема рефлексии «10 мнений»

VI. Домашнее задание

Учащиеся должны выполнить письменно в тетрадь предложенные задания.

Задание 6.

Для атомов химических элементов с порядковыми номерами 3, 13, 26:

- определите состав ядер атомов;
- составьте электронные и электронно-графические формулы.

Задание 7.

В атомах некоторых химических элементов происходит «проскок электронов». Скачайте видеоролик по ссылке: https://disk.yandex.ru/i/G_QiBaslHZvCIQ и посмотрите его. На примере атома меди рассмотрите исключения в порядке заполнения электронами орбиталей внешнего и предвнешнего энергетических уровней. Самостоятельно установите, как происходит «проскок электронов» в атоме хрома. Ответ подтвердите соответствующими схемами электронного строения атома.

3. Заключение

Отметим, что высокая степень погружения в изучаемые процессы, вовлеченность учащихся в познание нового позволит повысить мотивацию к обучению, а детальная визуализация процессов повысит эффективность запоминания изучаемых элементов [5].

В связи с вышесказанным рекомендуем дополнить используемые образовательные технологии при изучении содержания дисциплины «Химия» технологией виртуальной реальности.

Список источников

1. Габриелян О. С., Остроумов И. Г., Сладков С. А. Химия. 11 класс: учебник. М.: Просвещение, 2022. 127 с.
2. Герасимова И. В., Курганова Н. А. Презентация к уроку «Электронное строение атома в виртуальной реальности». <https://disk.yandex.ru/i/Nr3JyBboFo8PhQ>
3. Детские технопарки «Кванториум» открываются в школах по всей России // Портал национальныепроекты.рф. 4 марта 2022. <https://национальныепроекты.рф/news/detskie-tekhnoparki-kvantorium-otkryvayutsya-v-shkolakh-po-vsey-rossii>
4. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Технологии виртуальной и дополненной реальности». https://digital.gov.ru/ru/documents/6654/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f
5. Использование виртуальной реальности в обучении — новый технологический тренд или будущее образования? // Комплектант — комплектация образовательных учреждений школ, детских садов и университетов. 30 июля 2022. <https://fgoskomplekt.ru/blog/ispolzovanie-virtualnoy-realnosti-v-obuchenii-novyyu-tekhnologicheskiiy-trend-ili-budushchee-obrazovan/>
6. Кунаковская З. «VR с нейросетями — это будущее». Как обучение в VR изменит уроки химии // RB.ru. 16 декабря 2019. <https://rb.ru/interview/VR-chemistry/>
7. Курганова Н. А. Использование устройств для погружения в виртуальную реальность при изучении раздела «Устройства ввода и вывода» на уроке информатики // Информатика в школе. 2022. № 4. С. 49–55. EDN: RBLZBV. DOI: 10.32517/2221-1993-2022-21-4-49-55
8. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>
9. Нечаева Л. В. «Виртуальная реальность» на уроках химии // Фестиваль педагогических идей «Открытый урок». <https://urok.1sept.ru/articles/679889>
10. Шутова Г. Рефлексия как этап урока: виды, приемы, примеры // Педагогическое сообщество Екатерины Пашковой — PEDSOVET.SU. 20.03.2015. https://pedsovet.su/metodika/refleksiya/5665_refleksiya_kak_etap_uroka_fgos
11. Шутова Г. Урок открытия нового знания: структура урока, этапы, алгоритм конструирования. Как провести урок открытия нового знания? Советы учителя // Педагогическое сообщество Екатерины Пашковой — PEDSOVET.SU. 30.11.2016. https://pedsovet.su/metodika/6323_urok_otkrytiya_novyh_znaniy