

Научная статья
УДК 372.853
ББК 74.47
ГРНТИ 14.25.09
ВАК 13.00.02
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Разработка материалов урока по теме «Электрический ток в жидкостях» в курсе физики в медицине в фармацевтическом колледже

А. Р. Гиматетдинова  ¹

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071, Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 28 декабря 2023 года
После переработки 29 декабря 2023 года
Опубликована 12 марта 2024 года

Аннотация. Обсуждаются результаты разработки материалов урока по теме «Электрический ток в жидкостях» в рамках курса физики в медицине в фармацевтическом колледже. Показано, что если использовать материалов урока по теме «Электрический ток в жидкостях» в курсе физики в медицине, то можно наполнить курс физики в медицине эффективными средствами контроля знаний физики в медицине в фармацевтическом колледже.

Ключевые слова: физика, задача, занятия по физике, система задач, электрический ток, жидкость

Введение

Рассматриваются особенности разработки материалов урока по теме «Электрический ток в жидкостях» по курсу физики в медицине в фармацевтическом колледже.

Целью исследования является создание научно-методического обеспечения урока по теме «Электрический ток в жидкостях» в курсе физики в медицине в фармацевтическом колледже. Задачами исследования являются разработка и совершенствование системы заданий урока по теме «Электрический ток в жидкостях» в курсе физики в медицине в фармацевтическом колледже. Объектом исследования является материалы урока по теме «Электрический ток в жидкостях» в курсе физики в медицине в фармацевтическом колледже. Предметом исследования является процесс создания заданий по теме «Электрический ток в жидкостях» в курсе физики в медицине в фармацевтическом колледже.

¹E-mail: gimatetdinova@mail.ru

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать материалы урока по теме «Электрический ток в жидкостях» в курсе физики в медицине, то можно наполнить курс физики в медицине эффективными средствами контроля знаний физики в медицине в фармацевтическом колледже.

Научная новизна исследования заключается в сочетании традиционных и интерактивных технологий при изучении темы «Электрический ток в жидкостях» в курсе физики в медицине в фармацевтическом колледже.

В качестве методов исследования применяются методы решения интерактивных физических задач разного уровня сложности в курсе физики в медицине в фармацевтическом колледже.

Теоретическая значимость исследования состоит в формировании системы физических задач при изучении темы «Электрический ток в жидкостях» для применения в курсе физики в медицине в фармацевтическом колледже. Практическая значимость исследования заключается в определении условий применения системы физических задач при изучении темы «Электрический ток в жидкостях» в рамках курса физики в медицине в фармацевтическом колледже.

Обзор

В статье [1] исследован колебательный режим течения электрического тока между двумя электродами, погруженными в слабопроводящую жидкость. В статье [1] показано, что такой режим обусловлен полевым порогом инжекции ионов с поверхности электрода. Колебательный режим сопровождается распространением волн объёмной плотности заряда и напряжённости электрического поля по межэлектродному пространству.

В статье [2] Разработана установка для измерения влияния электрического поля на вязкость жидкостей, в которой жидкость течёт по узкому каналу между плоскими металлическими границами, которые можно использовать в качестве электродов. Аппарат позволяет использовать поля средней напряжённостью до 35 кВ/см. и даёт высокую степень точности. Для неполярных жидкостей, сухих или загрязнённых водой, чтобы проводить ток, а для непроводящих полярных жидкостей электрическое поле, поперечное линии потока, не оказывает заметного влияния на вязкость. У полярных жидкостей, которые проводят относительно хорошо, как при нормальных условиях, так и при загрязнении водой, электрическое поле вызывает значительное увеличение кажущейся вязкости. Этот эффект возрастает с ростом напряжённости поля, но достигает предельного значения для очень сильных полей. Для полярных жидкостей, проводимость которых можно уменьшить путем последовательной очистки, величина этого ограничивающего эффекта пропорциональна проводимости образца. В переменном поле влияние на вязкость остается постоянным по мере увеличения частоты до тех пор, пока не будет достигнута определенная критическая частота, а затем уменьшается с частотой, пока она не станет слишком малой для обнаружения. Критическая частота уменьшается с увеличением расстояния между электродами и увеличивается с повышением температуры. Поле, параллельное линиям потока, не влияет на вязкость. Все эти экспериментальные факты можно объяснить на основе теории, согласно которой эффект обусловлен накоплением ионов, происходящим вблизи электродов, когда жидкость проводит ток. Ионы действуют как центры, вокруг которых группируются полярные молекулы. Таким образом, для появления эффекта необходимо иметь проводящую жидкость, состоящую из полярных молекул. Предельное увеличение кажущейся вязкости, происходящее в сильных полях, связано с тем, что увеличение вязкости жидкости вблизи электродов замедляет движение ионов и, таким образом, имеет тенденцию уменьшать количество избыточных ионов. Изменение действия переменного поля с частотой также находит в этой теории готовое объяснение. Теория была создана для

объяснения различных других наблюдаемых фактов.

В статье [3] описано возможное использование постоянного электрического тока для увеличения скорости потока пластовых флюидов при добыче нефти. В статье [3] дополнительно изучалась возможность использования электрического тока для повышения приемистости воды в системах заводнения или просто увеличения скорости добычи плотных пластов. Во всех случаях объёмная скорость потока увеличивалась с увеличением приложенного электрического потенциала. В статье [3] также представлен дополнительный теоретический анализ. Однако изучение применения электрокинетических явлений в нефтедобыче ещё не завершено и остаётся нерешённым множество других проблем.

В статье [4] спроектирована установка и экспериментально продемонстрирована миграция электронейтральных частиц в жидкостях под действием электрического тока в зависимости от несоответствия их электропроводности. В статье [4] было обнаружено, что сила электрического тока, действующая на электрически нейтральные частицы, приводит к перемещению частиц к боковой поверхности от центра суспензии через три различные зоны, а именно: зоны толкания, захвата и вытеснения. В практических случаях движущая сила может обогнать гравитацию. Свойство силы не похоже ни на свойство силы при электромагнетифорезе, ни на свойство силы электромиграции с точки зрения направления и величины. На основе численного расчёта термодинамики суспензионных жидкостей разработано выражение для силы в зоне толкания. Превосходное согласие между численными расчётами и экспериментальными данными показывает, что расчёты обеспечивают фундаментальное и прогнозируемое понимание процесса отделения частиц от жидкостей. Следовательно, силу можно использовать во многих инженерных приложениях, таких как разделение частиц по разнице их электропроводности.

В статье [5] было проведено комплексное исследование с целью изучения влияния приложенного напряжения, расстояния между кончиком иглы и противоэлектродом, скорости потока жидкости, рН и проводимости воды на электрический ток в капиллярном электрораспылителе. Атомно-силовая микроскопия использовалась для измерения распределения капель воды по размерам, средний диаметр которых составлял 299 ± 76 нм. Статистический анализ с использованием трехфакторного дисперсионного анализа и нелинейной многомерной регрессионной модели использовался для изучения взаимодействия приложенного напряжения, расстояния между кончиком иглы и противоэлектродом, скорости подачи жидкости с электрическим током, а также для разработки уравнений регрессии для прогнозирования тока. Было обнаружено, что на электрический ток значительно ($p < 0.05$) влияли приложенное напряжение (от 0 до ± 10 кВ) и расстояние (2, 3 и 4 см), но не скорость подачи жидкости (1 – 10 кВ). 10 мкл/мин) в пределах, исследованных работе [5]. Для исследования влияния указанных выше параметров на область осаждения капель жидкости в системе электрораспыления впервые был использован индикатор контакта воды. В статье [5] экспериментальные данные показали, что увеличение расстояния между капиллярной иглой, скорости подачи жидкости, рН и проводимости приводит к увеличению площади электрораспыления.

В статье [6] предложено устройство с качающимися пластинчатыми электродами для измерения контактной электризации жидкого образца. Предлагаемая конструкция состоит из двух параллельных металлических пластин, погруженных в диэлектрическую жидкость. Одна из пластин качается с постоянной частотой в диапазоне от 0.4 до 4 Гц. В работе [6] исследована зависимость от времени и частоты скорости электрода и потоковой электризации. Измеряемый ток возникает при очень низкой прерывистой скорости менее 10 мм/с. В этом диапазоне ток электризации составляет около 50 пА. При более высоких скоростях до 150 мм/с ток находится на уровне 1200 пА. Частотно-

временная характеристика с использованием кратковременного преобразования Фурье не показывает временных изменений частотного спектра. В работе [6] рассчитана зависимость электрификации от скорости челнока, которая может быть аппроксимирована полиномиальной моделью второго порядка с коэффициентом детерминации выше 0.9. Преимуществом датчика является возможность измерения явлений электризации без необходимости наличия вращающихся электродов или большого объёма протекающих жидкостей.

Будучи наиболее распространённым, но незаменимым для человечества веществом, вода обычно находится в макроскопически электрически нейтральном состоянии. Однако из-за присущей ей молекулярной полярности вода может легко электризоваться, что создает связь между водой и электричеством. Такое соединение воды и электричества имеет глубокие научные основы и технологические применения. За последние несколько десятилетий мы стали свидетелями значительного прогресса в изучении взаимного воздействия электричества и воды, но всесторонний обзор его основ и приложений по-прежнему в значительной степени отсутствует. В статье [7] сначала даётся переоценка и классификация основных методов электрификации воды в соответствии с их механизмами, а затем подчеркивается, как использовать связь воды и электричества для достижения многообещающих технических применений. В статье [7] предполагается, что этот обзор вдохновит междисциплинарные научные сообщества больше думать и внедрять инновации в исследованиях воды с помощью электричества.

В статье [8] обсуждается анализ электрического тока в струе электропроводящей жидкости, вытекающей из металлической трубки. В статье [8] предоставлена информация о расчёте течения, поверхностного заряда и электрического поля в области переноса тока струи. В статье [8] анализ переноса электрического тока в струе электропроводящей жидкости, выбрасываемой из металлической трубки в газ или вакуум и находящейся под действием электрического поля, возникающего из-за высокого напряжения, приложенного между трубкой и дальним электродом. Течение, поверхностный заряд и электрическое поле рассчитываются в области переноса тока струи, где ток проводимости в жидкости становится поверхностным током из-за конвекции электрического заряда, накопленного на её поверхности. Электрический ток, рассчитанный как функция скорости потока жидкости, впрыскиваемой через трубку, сначала увеличивается по мере извлечения квадратного корня из этой скорости потока, выравнивается до почти постоянного значения, когда скорость потока увеличивается, и, наконец, переходит к линейному увеличению, когда скорость потока увеличивается. скорость потока ещё больше увеличивается. Электрический ток растёт линейно с приложенным напряжением при малых и умеренных значениях этой переменной и быстрее, чем линейно, при высоких напряжениях. В статье [8] определены характерная длина и структура области переноса электрического тока. Получены оценки порядка величины для струй, слабо растянутых электрическими напряжениями, которые качественно объясняют некоторые численные результаты.

Ионные жидкости комнатной температуры, соли, которые являются жидкими при комнатной температуре, могут быть водорастворимыми или несмешивающимися с водой, в зависимости от комбинации катиона и аниона. Они являются эффективными растворителями для широкого спектра растворенных веществ, включая лекарства. Несмешивающиеся с водой ионные жидкости комнатной температуры, изученные в этой статье [9], могут действовать как резервуары лекарств. Прохождение электрического тока через эти несмешивающиеся жидкости может усилить высвобождение некоторых растворенных веществ в водную среду. Поток электрического тока (в диапазоне 1 – 5 мА) увеличивал скорость высвобождения солиобилизованного гидрофильного растворенного вещества 3Н-сахарозы и модельного гидрофобного препарата 3Н-дексаметазона.

В статье [9] показано, что при некоторых условиях наблюдалось трёхкратное увеличение скорости высвобождения как сахарозы, так и дексаметазона в воду, хотя эффект применения тока не всегда был линейным.

В статье [10] обсуждается явление электроиндуцированного дальнего течения жидких металлов, о котором ранее никогда не сообщалось. Хотя электрические поля широко использовались для создания потока электролитов, никогда не сообщалось о электрически индуцированном течении металлических жидкостей на большие расстояния. В статье [10] показано, что жидкие чистые металлы можно заставить течь непрерывным потоком, подавая электрический ток на лежащую под ними проводящую пленку. Этот поток возникает в направлении приложенного тока и, как полагают, вызван электромиграцией жидкости. Ожидается, что это явление приведёт к появлению многих приложений, в которых требуется контролируемая доставка непрерывного потока жидкого металла, таких как микрофлюидика, нанотехнология.

В статье [11] в отсутствие внешнего магнитного поля обсуждается связь между электрическим током феррожидкости и температурой. Электрический ток линейно возрастает с ростом температуры в феррожидкости с частицами Fe_3O_4 , распределёнными в воде ($\text{MF-Fe}_3\text{O}_4\text{-W}$). Теоретически и экспериментально доказано, что жидкость-носитель только в $\text{MF-Fe}_3\text{O}_4\text{-W}$ не может определить способность доставлять электрическую энергию $\text{MF-Fe}_3\text{O}_4\text{-W}$. Электрический ток будет способствовать движению свободных электрических зарядов (или ионов) и столкновению электрически поляризованных частиц в $\text{MF-Fe}_3\text{O}_4\text{-W}$.

В статье [12] обсуждаются измерение и моделирование электрических токов в канальных сетях микрореакторов, в частности в контексте электроосмотического течения жидкостей. Для микрореакторных устройств, в которых жидкости перекачиваются электроосмотическим потоком, мониторинг электрических токов в сети каналов на месте является ценным диагностическим инструментом. В статье [12] продемонстрировано, что вольт-амперные характеристики сети каналов микрореактора могут быть точно смоделированы с использованием измерений полной трехмерной геометрии сети каналов, проводимости жидкости и проводимости стенки канала — поверхности жидкости. В статье [12] показано, что поверхностная проводимость вносит существенный вклад в общие измеряемые электрические токи в канальных сетях, для которых отношение площади поверхности к объёму велико. После поправки на поверхностную проводимость электрические токи пропорциональны объёмным расходам жидкости, измеренным в различных ветвях сети каналов. Константа пропорциональности связана с дзета-потенциалом стенки канала–поверхности жидкости. Измерения изменения электрических токов и объёмных скоростей потока в зависимости от приложенного напряжения позволяют определить поверхностную проводимость и дзета-потенциал внутри микрореактора, что позволяет прогнозировать напряжения, необходимые для создания желаемых скоростей потока в любом канале регистрации электрических токов на месте, встроенном в систему управления, позволяющие осуществлять непрерывный мониторинг расходов жидкости во время работы микрореактора.

В статье [13] речь идёт об использовании метода томографии электрического сопротивления для идентификации границ раздела жидкость–жидкость в технологическом резервуаре. В некоторых случаях поиск границ раздела между жидкостями в технологическом резервуаре имеет решающее значение. Для достижения этой цели в различных отраслях промышленности используются дорогостоящие, инвазивные и опасные методы. В статье [13] метод электрорезистивной томографии включает в себя фантомный резервуар, окруженный 16 медными электродами. В качестве входного сигнала использовался переменный сигнал частотой 50 кГц, 5 мА, а выходной отклик в виде напряжения подавался в алгоритм реконструкции EIDORS. Двумерные изображения

показывают область, содержащую две плохо проводящие жидкости, то есть воду и масло, хотя и неточно, но показывают томографию электрического сопротивления как возможный многообещающий метод анализа границ раздела жидкость-жидкость.

В статье [14] рассматривается компьютерное моделирование течения тока через слабопроводящие жидкости в неоднородных электрических полях. В статье [14] анализируются вольт-амперные характеристики и сравниваются данные моделирования с экспериментальными результатами. В статье [14] представлены результаты компьютерного моделирования течения тока через слабопроводящие жидкости при линейно изменяющемся напряжении. Моделирование проводится на основе полной системы уравнений электрогидродинамики. Рассмотрены два случая: когда заряд образуется в объёме за счёт диссоциации молекул примеси и когда он образуется на поверхности электрода за счёт инъекции заряда. Учтено увеличение скорости диссоциации под действием электрического поля. Для каждой модели зарядообразования рассчитаны соответствующие динамические вольт-амперные характеристики и выявлены их особенности. В статье [14] показано, что гистерезис вольт-амперной характеристики обусловлен гистерезисом напряжённости электрического поля в приэлектродной области. В статье [14] проведено качественное сравнение данных моделирования и экспериментальных результатов.

В статье [15] электрический ток, генерируемый ламинарным течением изолирующей жидкости через цилиндрическую трубу, рассчитан с использованием модели, учитывающей неравновесные граничные условия на стенке. В статье [15] получены аналитические решения уравнений модели в пределах высокой и низкой электропроводности, а численные решения — в промежуточных значениях проводимости. Решения зависят от четырех параметров, которые представляют собой безразмерные представления электропроводности, скорости адсорбции положительных ионов, скорости адсорбции отрицательных ионов и отношения коэффициентов диффузии положительных и отрицательных ионов. В статье [15] результаты представлены в виде графиков зависимости тока от параметра электропроводности для различных значений трёх других параметров. В статье [15] обсуждаются физические причины формы кривых ток/проводимость. Согласно модели, токи генерируются различиями в коэффициентах диффузии ионов и/или различиями в скоростях адсорбции ионов на стенке.

В статье [16] рассматриваются некоторые аспекты преподавания симуляционных методов студентам и аспирантам. Моделирование всё чаще становится междисциплинарной деятельностью, а это означает, что учащиеся, которым необходимо изучить методы моделирования, могут иметь совершенно разную подготовку. Кроме того, у них может быть широкий диапазон взглядов на то, что представляет собой интересное применение методов моделирования. Почти всегда успешный курс моделирования включает в себя элемент практической деятельности: всегда необходимо найти баланс между отношением к программному обеспечению для моделирования как к «чёрному ящику» и увязнуть в вопросах программирования. Поскольку портативные компьютеры становятся широко доступными, студенты часто хотят забрать программы, чтобы запускать их самостоятельно, и доступ к вычислительной мощности уже не является ограничивающим фактором, как раньше; с другой стороны, программное обеспечение должно быть портативным и, по возможности, бесплатным.

Молекулярная наука о жизни — одна из самых быстрорастущих областей научных и технических инноваций, а биотехнология оказывает глубокое влияние на многие аспекты повседневной жизни — часто с глубокими этическими аспектами. В то же время содержание по своей сути сложное, в высшей степени абстрактное и глубоко укорененное в различных дисциплинах, начиная от «чистых наук», таких как математика, химия и физика, и заканчивая «прикладными науками», такими как медицина и сельское хозяйство, и заканчивая предметами, которые традиционно входят в компетенцию

гуманитарных наук, особенно философии и этики. Вместе эти особенности ставят перед будущими учителями и образовательными учреждениями разнообразные, важные и захватывающие задачи. В статье [17] приводится различный опыт, точки зрения, проблемы и осведомлённость об этих проблемах из имеющегося опыта исследований в области молекулярных наук о жизни и преподавания вторичных наук о жизни. Принимая характер дисциплины в качестве отправной точки, в статье [17] выделяются важные аспекты молекулярной науки о жизни, которые одновременно характерны для этой области и сложны для обучения и образования. Из этих задач больше всего уделяется внимание содержанию, трудностям рассуждения и проблемам общения. В статье [17] также обсуждаются последствия для образовательных исследований и преподавания в области молекулярных наук о жизни.

Результаты разработки материалов урока по теме «Электрический ток в жидкостях» в курсе физики в медицине

В настоящее время выделяют разные виды учебных заведений и образовательных организаций в отечественных образовательных системах. Например, лицеи с углубленным изучением физики, гимназии, где большее внимание уделяется гуманитарным наукам; коррекционные школы, направленные на воспитание и обучение проблемных детей, специализированные школы занимающиеся обучением детей с отклонениями здоровья; общеобразовательные школы; колледжи. В обычных общеобразовательных школах в настоящее время есть разделение на различные профильные классы: технологический, химико-биологический, социально-экономический, социально-гуманитарный. В разных образовательных учреждениях физическое образование изучается индивидуальное количество часов. Но, несмотря на эту особенность необходимо сформировать у учащихся научное мышление об окружающем мире в достаточном объёме. Рассмотрим отличия преподавания физики в зависимости от образовательного учреждения и их уровня обучения физики. Обучение физики в старшей школе на базовом уровне осуществляется в объёме 140 часов в классах химико-биологического, социально-экономического и социально-гуманитарного профиля, профильном 350 часов в классах технического профиля. Таким образом, физика в гуманитарном классе необходима, для общего развития и развеивания мифов об окружающей действительности. Основной целью изучения физики в гуманитарных классах является необходимость обеспечить базовые понятия и явления, с которыми встречается человек в повседневной жизни; сформировать правильное и грамотное использование физических приборов; формирование разностороннего образа мира. Профильные классы отличаются от существующих общеобразовательных классов учебным планом. В нём больше часов отводится на лабораторные работы, на уроки по решению задач и углубленное изучение теоретического материала. В лицее, где учащиеся уже целенаправленно настроены на поступление в технические вузы, следует поддерживать и развивать физическое мышление. В колледжах главной особенностью изучения физики является связь физической направленности с будущей профессиональной деятельностью. В результате поверхностного изучения физики, общепрофессиональных и специальных дисциплин у учащихся слабо формируются знания и умения, позволяющие им правильно ориентироваться в практических заданиях, применять знания для решения задач, связанных с будущей специальностью. Чтобы ввести познавательную активность в среднем профессиональном образовании необходимо сопоставлять термины физики и профессиональной направленности, составлять задачи, связанные с профессиональной деятельностью учащихся. Например, в технических средних учреждениях в разделе механика показать влияние сил на износ деталей в станке. Для специальности кулинария в разделе электростатика изучается электрический ток в кухонных приборах. Для специальности фармацевция в

разделе механика рассматривается сгибание и разгибание конечностей.

Целью урока по теме «Электрический ток в жидкостях» является необходимость создать условия для осознания и осмысления нового учебного материала средствами системы заданий и вопросов уровневого характера для организации познавательной деятельности обучающихся. Образовательные задачи состоят в том, чтобы создать условия для формирования представления о природе электрического тока в жидкостях, как о физико-химическом процессе; установить связь между элементами содержания ранее изученного материала; продолжить формирование навыков решения физических задач, в частности, формирование умения применять законы электролиза; показать возможности использования электролиза в промышленности. Развивающие задачи состоят в том, чтобы способствовать развитию логического мышления, аккуратности при проведении лабораторного опыта, умение работать с предложенной информацией; создать условия для формирования навыков и умений самостоятельной работы, развития умения анализировать, обобщать, сравнивать, выделять главное. Воспитательные задачи состоят в том, чтобы способствовать формированию положительного отношения к знаниям; воспитание самостоятельности, настойчивости при достижении конечного результата; формирование культуры учебной деятельности и информационной культуры.

На занятии используется следующее физическое оборудование и приборы: источник тока, электроды, лампа накаливания, соединительные провода, сосуд, дистиллированная вода, соль NaCl и CuSO₄; мультимедийный проектор, презентация «Электрический ток в жидкостях», карточки для работы.

В качестве методов обучения используются объяснительно-иллюстративный метод, частично-поисковый метод, словесный метод, наглядный метод.

В качестве форм организации учебной деятельности на занятии используются следующие формы: индивидуальная форма, групповая форма, фронтальная форма.

Технологии обучения на уроке состоят из информационно-коммуникативных технологий, технологии проблемного обучения, здоровьесберегающей технологии, технологии обучения в сотрудничестве; концентрической технологии знаний, технологии словесной продуктивной и творческой деятельности.

Тип урока по теме «Электрический ток в жидкостях» является комбинированным.

Урок по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит из следующих этапов урока: организационный момент (1 мин), подготовка к усвоению нового материала и активация опорных знаний (10 мин), мотивация и постановка целей занятия (3 мин), усвоение новых знаний (40 мин), практическая часть в виде решения расчётных задач (35 мин), подведение итогов занятия, задание домашнего задания, рефлексия (3 мин).

Опишем ход урока по теме «Электрический ток в жидкостях».

Первым этапом урока по теме «Электрический ток в жидкостях» является организационный момент, который длится одну минуту. Деятельность преподавателя на первом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в приветствии учащихся, проверке наличия тетрадей и ручек, отметке отсутствующих в журнале. Деятельность обучающихся на первом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в приветствии учителя, рассаживании за столы, проверке наличия тетрадей, ручек. Формируемые универсальные учебные действия на первом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» включают в себя регулятивные универсальные учебные действия в виде умения самостоятельно организовывать свое рабочее место, умения планировать свою деятельность в соответствии с предъявленной информацией.

Вторым этапом урока по теме «Электрический ток в жидкостях» является подготовка к усвоению нового материала и активация опорных знаний, которая длится 10 минут. Деятельность преподавателя на втором этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в проведении краткосрочного опроса по предыдущей теме,

поэтому повторяем материал в течение семи минут. Учитель задаёт ученикам следующий блок вопросов по текущей теме. Что такое электрический ток? Какие условия необходимы для существования электрического тока? Какие заряды называются свободными зарядами? На какие три группы делятся все вещества по концентрации и уровню подвижности заряженных частиц? Какие твёрдые тела являются проводникам? Что является носителями свободных зарядов в металлах? Все ли жидкости проводят электрический ток? Какими частицами обусловлен ток в жидкостях? Деятельность обучающихся на втором этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в ответе на вопросы краткосрочного опроса по предыдущей теме. Электрический ток представляет собой упорядоченное движение заряженных частиц. Условием, необходимым для существования электрического тока, является наличие свободных заряженных частиц и электрического поля. Свободными зарядами называются заряженные частицы одного знака, способные перемещаться под действием электрического поля. Все вещества делятся на три группы: проводники или металлы, полупроводники, диэлектрики по концентрации и уровню подвижности заряженных частиц. Электрический ток в жидкостях обусловлен движением электронов. Формируемые универсальные учебные действия на втором этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» включают в себя познавательные универсальные учебные действия: осуществлять актуализацию личного жизненного опыта; ориентироваться в своей системе знаний (определять границы знания или незнания); коммуникативные универсальные учебные действия: слушать и понимать речь других.

Третьим этапом урока по теме «Электрический ток в жидкостях» является мотивация и постановка целей занятия, которая длится три минуты. Деятельность преподавателя на третьем этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в том, что учитель рассказывает, что на эти последние два вопроса мы с вами не можем ответить, но сегодня после окончания занятия вы будете знать ответы. Давайте вместе сформулируем тему занятия и цели. Верно. Записываем число и тему занятия «Электрический ток в жидкостях». Деятельность обучающихся на третьем этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в том, что записывают тему занятия. Формируемые универсальные учебные действия на третьем этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» включают в себя познавательные универсальные учебные действия: ориентироваться в своей системе знаний (определять границы знания и незнания); коммуникативные универсальные учебные действия: воспринимать информацию на слух, отвечать на вопросы учителя; слушать и понимать речь других.

Четвёртым этапом урока по теме «Электрический ток в жидкостях» является усвоение новых знаний, которое длится 40 минут. Деятельность преподавателя на четвёртом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в проведении эксперимента, показывающего отсутствие или наличие тока в цепи при прохождении через жидкость. При подходе ионов натрия к катоду он получает свои недостающие электроны, ионы хлора при достижении анода отдают свои. Проводят электрический ток не только водные растворы солей, но и щелочей и кислот. Вещества, растворы которых проводят электрический ток, называются электролитами. Значит, электролиты — это водные растворы солей, кислот, щелочей, а также расплавы некоторых солей и оснований, проводящие электрический ток. Носителями заряда в электролитах являются положительные и отрицательные ионы. Ионы обоих знаков появляются в водных растворах солей, кислот и щелочей в результате расщепления части нейтральных молекул. Это физическое явление называется электролитической диссоциацией. Итак, процесс распада электролита на ионы под действием растворителя, называется электролитической диссоциацией. Растворы сахара, спирта, глюкозы и некоторых других веществ не проводят электрический ток. Какой вывод можно сделать? При прохождении элект-

трического тока через электролит наблюдается выделение веществ, входящих в электролит, на электродах. Электролиз представляет собой физическое явление выделения на электродах веществ, входящих в состав электролита, при протекании через него электрического тока. В 1834 году английский физик Майкл Фарадей опытным путём установил, что за определённое время электрический ток всегда выделяет из раствора электролита одно и то же количество данного химического элемента. Таким образом, учёный сформулировал закон, который назвали первым законом Фарадея: $m = kI\Delta t$. Масса вещества, выделяющегося на электроде при электролизе, пропорциональна силе тока I и времени Δt его прохождения. Если вспомнить формулы из темы о постоянном токе: $I = \Delta q / \Delta t$, то можно представить первый закон Фарадея в виде: $m = k\Delta q$, где масса m выделившегося на электроде вещества пропорциональна прошедшему через электролит заряду Δq и времени Δt прохождения тока). $m = kI\Delta t = k\Delta q$, где k – электрохимический эквивалент вещества. Как вы думаете, от чего он будет зависеть? В чём измеряется? $[k] = [\Delta m] / [q] = \text{кг/Кл}$. Если k зависит от вещества, где его можно найти? Откроем страницу 108 учебника. Чему равен коэффициент k для хлора, серебра, меди?

Второй закон Фарадея непосредственно касается измерения электрохимического эквивалента через другие константы для конкретно взятого электролита:

$$k = \frac{M}{enN_A}, \quad (1)$$

где M – молярная масса электролита ($M = A \cdot 10^{-3}$ кг/моль, A – атомная масса); e – элементарный заряд; n – валентность электролита; N_A – число Авогадро, $F = eN_A$ – постоянная Фарадея, $F = eN_A = 9.65 \cdot 10^4$ Кл/моль. Исходя из второго закона Фарадея, первый закон можно представить в виде:

$$\Delta m = \frac{M}{enN_A} It, \quad (2)$$

или

$$m = \frac{1}{F} \frac{M}{n} It. \quad (3)$$

Деятельность обучающихся на четвёртом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в анализе представленного эксперимента, выдвижении предположения, почему в одном случае жидкость проводник, а в другом нет. Слушают, выводы конспектируют (делают записи в рабочих карточках). Представляют презентацию о применении электролиза в технике (индивидуальное задание). Формируемые универсальные учебные действия на четвёртом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» включают в себя познавательные универсальные учебные действия: формировать навыки поисковой, исследовательской деятельности; соотносить информацию, представленную в разных формах; извлекать необходимую информацию из текста; ориентироваться в учебнике; сравнивать, объясняя выбор критерия для сравнения; структурировать учебный материал, выделять в нём главное; развивать элементарные навыки работы с приборами; устанавливать причинно-следственные связи.

Пятым этапом урока по теме «Электрический ток в жидкостях» является практическая часть в виде решения расчётных задач, которая длится 35 минут. Деятельность преподавателя на пятом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в контроле решения задач и выполнении практической работы студентами, указании на ошибки.

Задача 1. При серебрении изделия пользовались током 5 А в течение 15 минут. Какое количество серебра израсходовано за это время?

Задача 2. При каком токе протекал электролиз в растворе медного купороса, если за 5 минут на катоде выделилось 6 г меди?

Задача 3. Какой разряд должен пройти через раствор сернистой меди, чтобы на катоде отложилось 6.58 г меди?

Задача 4. За какое время на катоде электролитической ванны выделится 40 г хрома, если электролиз проходит при силе тока 25 А?

Приведём материалы для контроля знаний по теме «Электрический ток в жидкостях».

Контрольный вопрос 1. Даны следующие жидкости: дистиллированная вода, расплавленный селен, раствор кислоты. Какая из перечисленных жидкостей является электролитом?

Контрольный вопрос 2. Даны следующие жидкости: раствор соли, расплавленный селен, дистиллированная вода. Какая из перечисленных жидкостей является электролитом?

Контрольный вопрос 3. Как называется физическое явление выделения вещества на электроде при пропускании через электролит тока?

Контрольный вопрос 4. Как называется распад молекул на ионы под действием растворителя?

Контрольный вопрос 5. Как называется положительный электрод?

Контрольный вопрос 6. Как называется отрицательный электрод?

Контрольный вопрос 7. Как записывается формула, описывающая первый закон Фарадея для электролиза?

Контрольный вопрос 8. Как записывается формула, описывающая второй закон Фарадея для электролиза?

Задача 4. Определите массу цинка, выделившегося за 5 ч на электроде, если сила тока в электролитической ванне равна 2 А (электрохимический эквивалент цинка равен $0.34 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл).

Задача 5. Сколько времени длилось хромирование, если на изделие осадили слой хрома массой 0.925 г? Сила тока равна 3 А, электрохимический эквивалент хрома равен $0.18 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл.

Задача 6. В результате электролиза из раствора CuSO_4 выделилось 2.65 г меди (электрохимический эквивалент меди равен $0.33 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл). Чему равен электрический заряд, прошедший через раствор?

Задача 7. Определите массу алюминия, выделившегося за 10 ч на электроде, если сила тока в электролитической ванне равна 1 А (электрохимический эквивалент алюминия равен $0.093 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл).

Задача 8. Сколько времени длилось хромирование, если на изделие осаждён слой хрома массой 0.864 г? Сила тока равна 4 А, электрохимический эквивалент хрома равен $0.18 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл.

Задача 9. В результате электролиза из раствора CuSO_4 выделилось 1.65 г меди (электрохимический эквивалент меди равен $0.33 \cdot 10^{-6}$ кг/Кл). Чему равен электрический заряд, прошедший через раствор?

Деятельность обучающихся на пятом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в работе на местах и решении задач у доски. Формируемые универсальные учебные действия на пятом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» включают в себя коммуникативные универсальные учебные действия: строить речевое высказывание в соответствии с поставленными задачами; оформлять свои мысли в устной форме; осуществлять работу в паре или в мини-группе; регулятивные универсальные учебные действия: оценивать правильность выполненных действий; анализировать и оценивать результаты своей деятельности; осуществлять самоконтроль и взаимоконтроль; работать по плану, сверяя свои действия с целью, корректировать свою деятельность; планировать своё действие; оценивать учебные действия в соответ-

ствии с поставленной задачей; осуществлять познавательную и личностную рефлексию; самостоятельно (или с помощью учителя) планировать свою деятельность по решению учебного задания; действовать по алгоритму.

Шестым этапом урока по теме «Электрический ток в жидкостях» является рефлексия, подведение итогов занятия, домашнее задание, который длится 3 минуты. Деятельность преподавателя на шестом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в анализе успешности достижения целей занятия. Оценивает работу группы. Домашнее задание будет состоять в том, чтобы выучить лекцию и подготовить реферат по применению электрического тока в медицине. Что понравилось на занятии? Что было неудачным по вашему мнению? О чём хотелось бы узнать больше? Какие есть вопросы? Деятельность обучающихся на шестом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» состоит в представлении выполненного задания, представлении решения теста, ответе на вопросы рефлексии, записи домашнего задания, задавании вопросов. Формируемые универсальные учебные действия на шестом этапе урока по теме «Электрический ток в жидкостях» включают в себя коммуникативные универсальные учебные действия: строить монологическое высказывание; адекватно использовать речевые средства для решения коммуникативных задач; оформлять свои мысли в устной форме, отвечать на вопросы учителя, слышать и понимать речь других; регулятивные универсальные учебные действия: соотносить цели урока с результатом работы и со способами её достижения; соотносить цели и результаты собственной деятельности; анализировать и осмысливать свои достижения, выявлять перспективы развития; осуществлять самоконтроль; личностные универсальные учебные действия: желание приобретать новые знания, совершенствовать имеющиеся; признание для себя общепринятых морально-этических норм, способность к самооценке своих действий, поступков.

Заключение

Представлены результаты разработки урока по теме «Электрический ток в жидкостях» для курса физики в медицине в фармацевтическом колледже. Рассмотренные примеры решения задач по теме «Электрический ток в жидкостях» были апробированы в фармацевтическом колледже в 2022-2023 учебном году.

Задача исследования, состоящая в разработке материалов урока по теме «Электрический ток в жидкостях» в рамках курса физики в медицине в фармацевтическом колледже, решена полностью.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если использовать материалы урока по теме «Электрический ток в жидкостях» в курсе физики в медицине, то можно наполнить курс физики в медицине эффективными средствами контроля знаний физики в медицине в фармацевтическом колледже, подтверждена полностью.

Список использованных источников

1. Polyansky V. A., Pankratieva I. L. Electric current oscillations in low-conducting liquids // Journal of Electrostatics. — 1999. — nov. — Vol. 48, no. 1. — P. 27–41. — URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3886\(99\)00046-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3886(99)00046-7).
2. Andrade Edward Neville Da Costa, Dodd C. The effect of an electric field on the viscosity of liquids // Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences. — 1946. — nov. — Vol. 187, no. 1010. — P. 296–337. — URL: <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.1946.0079>.
3. Anbah Saleh A., Chilingar George V., Beeson Carrol M. Application of electrical current for increasing the flow rate of oil and water in a porous medium // Journal of Canadian

- Petroleum Technology. — 1965. — apr. — Vol. 4, no. 02. — P. 81–88. — URL: <http://dx.doi.org/10.2118/65-02-05>.
4. Zhang Xinfang, Qin Rongshan. Electric current-driven migration of electrically neutral particles in liquids // Applied Physics Letters. — 2014. — mar. — Vol. 104, no. 11. — P. 114106. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4869465>.
 5. Characterization of electrical current and liquid droplets deposition area in a capillary electrospray / Yuchen Si [et al.] // Results in Engineering. — 2021. — mar. — Vol. 9. — P. 100206. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rineng.2021.100206>.
 6. Zmarzly Dariusz, Fracz Pawel. Measurement of dielectric liquid electrification in the shuttle system with two parallel electrodes // Energies. — 2021. — feb. — Vol. 14, no. 4. — P. 970. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/en14040970>.
 7. Electrification of water: from basics to applications / Yuankai Jin [et al.] // Droplet. — 2022. — oct. — Vol. 1, no. 2. — P. 92–109. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/dro2.22>.
 8. Higuera F. J. Electric current of an electrified jet issuing from a long metallic tube // Journal of Fluid Mechanics. — 2011. — may. — Vol. 675. — P. 596–606. — URL: <http://dx.doi.org/10.1017/JFM.2011.126>.
 9. Jaitely Vikas, Mizuuchi Hiroshi, Florence Alexander T. Current-stimulated release of solutes solubilized in water-immiscible room temperature ionic liquids // Journal of Drug Targeting. — 2010. — nov. — Vol. 18, no. 10. — P. 787–793. — URL: <http://dx.doi.org/10.3109/1061186X.2010.525653>.
 10. Dutta I., Kumar P. Electric current induced liquid metal flow: application to coating of micropatterned structures // Applied Physics Letters. — 2009. — may. — Vol. 94, no. 18. — P. 184104. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.3119219>.
 11. Dai Min. Electric current of ferrofluid depending on temperature // Key Engineering Materials. — 2020. — mar. — Vol. 833. — P. 162–170. — URL: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.833.162>.
 12. Fletcher Paul D. I., Haswell Stephen J., Zhang Xunli. Electrical currents and liquid flow rates in micro-reactors // Lab on a Chip. — 2001. — Vol. 1, no. 2. — P. 115. — URL: <http://dx.doi.org/10.1039/B106339C>.
 13. Chitturi Venkatratnam, Najam Shakaib. Identification of liquid-liquid interface using electrical resistance tomography // International Journal of Engineering Trends and Technology. — 2021. — jan. — Vol. 69, no. 1. — P. 43–48. — URL: <http://dx.doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V69I1P207>.
 14. Stishkov Yu. K., Chirkov V. A., Sitnikov A. A. Dynamic current-voltage characteristics of weakly conducting liquids in highly non-uniform electric fields // Surface Engineering and Applied Electrochemistry. — 2014. — mar. — Vol. 50, no. 2. — P. 135–140. — URL: <http://dx.doi.org/10.3103/S1068375514020124>.
 15. Walmsley H. L., Woodford G. The generation of electric currents by the laminar flow of dielectric liquids // Journal of Physics D: Applied Physics. — 1981. — oct. — Vol. 14, no. 10. — P. 1761–1782. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/0022-3727/14/10/011>.

16. Allen Michael P. Educational aspects of molecular simulation // *Molecular Physics*. — 2007. — jan. — Vol. 105, no. 2-3. — P. 157–166. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/00268970601138721>.
17. Tibell Lena A. E., Rundgren Carl-Johan. Educational challenges of molecular life science: characteristics and implications for education and research // *CBE-Life Sciences Education*. — 2010. — mar. — Vol. 9, no. 1. — P. 25–33. — URL: <http://dx.doi.org/10.1187/cbe.08-09-0055>.

Сведения об авторах:

Алсу Рястемовна Гиматетдинова — студент магистратуры факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: gimatetdinova@mail.ru

ORCID iD  0000-0001-8087-0417

Web of Science ResearcherID  GYD-8333-2022

@auxrussian@auxenglish@auxrussian@auxenglish

Original article
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Development of lesson materials on the topic “Electric current in liquids” in the course of physics in medicine at the College of Pharmacy

A. R. Gimatetdinova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted December 28, 2023
Resubmitted December 29, 2023
Published March 12, 2024

Abstract. The results of the development of lesson materials on the topic “Electric current in liquids” as part of a course in physics in medicine at a pharmacy college are discussed. It is shown that if you use lesson materials on the topic “Electric current in liquids” in a course of physics in medicine, then you can fill the course of physics in medicine with effective means of monitoring knowledge of physics in medicine in a pharmacy college.

Keywords: physics, problem, physics classes, problem system, electric current, liquid

References

1. Polyansky V. A., Pankratieva I. L. Electric current oscillations in low-conducting liquids // Journal of Electrostatics. — 1999. — nov. — Vol. 48, no. 1. — P. 27–41. — URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3886\(99\)00046-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3886(99)00046-7).
2. Andrade Edward Neville Da Costa, Dodd C. The effect of an electric field on the viscosity of liquids // Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences. — 1946. — nov. — Vol. 187, no. 1010. — P. 296–337. — URL: <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.1946.0079>.
3. Anbah Saleh A., Chilingar George V., Beeson Carrol M. Application of electrical current for increasing the flow rate of oil and water in a porous medium // Journal of Canadian Petroleum Technology. — 1965. — apr. — Vol. 4, no. 02. — P. 81–88. — URL: <http://dx.doi.org/10.2118/65-02-05>.
4. Zhang Xinfang, Qin Rongshan. Electric current-driven migration of electrically neutral particles in liquids // Applied Physics Letters. — 2014. — mar. — Vol. 104, no. 11. — P. 114106. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4869465>.
5. Characterization of electrical current and liquid droplets deposition area in a capillary electrospray / Yuchen Si [et al.] // Results in Engineering. — 2021. — mar. — Vol. 9. — P. 100206. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rineng.2021.100206>.

6. Zmarzly Dariusz, Fracz Pawel. Measurement of dielectric liquid electrification in the shuttle system with two parallel electrodes // *Energies*. — 2021. — feb. — Vol. 14, no. 4. — P. 970. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/en14040970>.
7. Electrification of water: from basics to applications / Yuankai Jin [et al.] // *Droplet*. — 2022. — oct. — Vol. 1, no. 2. — P. 92–109. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/dro2.22>.
8. Higuera F. J. Electric current of an electrified jet issuing from a long metallic tube // *Journal of Fluid Mechanics*. — 2011. — may. — Vol. 675. — P. 596–606. — URL: <http://dx.doi.org/10.1017/JFM.2011.126>.
9. Jaitely Vikas, Mizuuchi Hiroshi, Florence Alexander T. Current-stimulated release of solutes solubilized in water-immiscible room temperature ionic liquids // *Journal of Drug Targeting*. — 2010. — nov. — Vol. 18, no. 10. — P. 787–793. — URL: <http://dx.doi.org/10.3109/1061186X.2010.525653>.
10. Dutta I., Kumar P. Electric current induced liquid metal flow: application to coating of micropatterned structures // *Applied Physics Letters*. — 2009. — may. — Vol. 94, no. 18. — P. 184104. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.3119219>.
11. Dai Min. Electric current of ferrofluid depending on temperature // *Key Engineering Materials*. — 2020. — mar. — Vol. 833. — P. 162–170. — URL: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.833.162>.
12. Fletcher Paul D. I., Haswell Stephen J., Zhang Xunli. Electrical currents and liquid flow rates in micro-reactors // *Lab on a Chip*. — 2001. — Vol. 1, no. 2. — P. 115. — URL: <http://dx.doi.org/10.1039/B106339C>.
13. Chitturi Venkatratnam, Najam Shakaib. Identification of liquid-liquid interface using electrical resistance tomography // *International Journal of Engineering Trends and Technology*. — 2021. — jan. — Vol. 69, no. 1. — P. 43–48. — URL: <http://dx.doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V69I1P207>.
14. Stishkov Yu. K., Chirkov V. A., Sitnikov A. A. Dynamic current-voltage characteristics of weakly conducting liquids in highly non-uniform electric fields // *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*. — 2014. — mar. — Vol. 50, no. 2. — P. 135–140. — URL: <http://dx.doi.org/10.3103/S1068375514020124>.
15. Walmsley H. L., Woodford G. The generation of electric currents by the laminar flow of dielectric liquids // *Journal of Physics D: Applied Physics*. — 1981. — oct. — Vol. 14, no. 10. — P. 1761–1782. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/0022-3727/14/10/011>.
16. Allen Michael P. Educational aspects of molecular simulation // *Molecular Physics*. — 2007. — jan. — Vol. 105, no. 2–3. — P. 157–166. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/00268970601138721>.
17. Tibell Lena A.E., Rundgren Carl-Johan. Educational challenges of molecular life science: characteristics and implications for education and research // *CBE-Life Sciences Education*. — 2010. — mar. — Vol. 9, no. 1. — P. 25–33. — URL: <http://dx.doi.org/10.1187/cbe.08-09-0055>.

Information about authors:

Alsu Ryastemovna Gimatetdinova — Master's student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

E-mail: gimatetdinova@mail.ru

ORCID iD  0000-0001-8087-0417

Web of Science ResearcherID  GYD-8333-2022