

УДК 372.853
ББК 74.262.4
EDN: HFLYYJ

Междисциплинарный синтез в изучении осмоса: интегрированный урок физики, химии и биологии

Interdisciplinary synthesis in the study of osmosis: an integrated lesson in physics, chemistry, and biology

Толмачева Л. П.
Муниципальное автономное
общеобразовательное учреждение
гимназия № 9,
учитель физики
Екатеринбург
E-mail: lptolmacheva@yandex.ru

L. P. Tolmacheva
Municipal Autonomous
Educational Institution
Gymnasium № 9,
physics teacher
Ekaterinburg
E-mail: lptolmacheva@yandex.ru

Аннотация

В статье представлена разработка междисциплинарного урока, раскрывающего явление осмоса как фундаментальный физико-химический процесс, определяющий функционирование биологических систем. Методика построена на синтезе знаний из курсов физики, химии и биологии: от формирования понятий «осмос» и «осмотическое давление» до анализа их роли в клеточном гомеостазе и осморегуляции. Центральным элементом урока является практический модуль, включающий доступный домашний эксперимент, развивающий навыки исследовательской деятельности и анализа полученных результатов. Особое внимание уделяется формированию функциональной грамотности через работу с научными текстами. Разработка демонстрирует эффективный подход к преодолению предметной разобщенности и формированию у обучающихся целостного естественно-научного мировоззрения.

Ключевые слова: междисциплинарный урок, интегрированный подход, школьный эксперимент, осмос, осмотическое давление, осморегуляция.

Abstract

The article presents a development of an interdisciplinary lesson that reveals the phenomenon of osmosis as a fundamental physicochemical process that determines the functioning of biological systems. The methodology is based on the synthesis of knowledge from physics, chemistry and biology courses: from the formation of the concepts «osmosis» and «osmotic pressure» to the analysis of their role in cellular homeostasis and osmoregulation. The central element of the lesson is a practical module that includes an accessible home experiment, developing skills in research activities and analysis of the obtained results. Particular attention is paid to the formation of functional literacy through work with scientific texts. The development demonstrates an effective approach to overcoming subject fragmentation and forming a holistic scientific worldview in students.

Keywords: interdisciplinary lesson, integrated approach, school experiment, osmosis, osmotic pressure, osmoregulation.

Введение

Актуальность создания междисциплинарных уроков связана с потребностью в формировании у обучающихся целостного естественно-научного мировоззрения [1–3]. Осмос как фундаментальное явление лежит в основе клеточной жизнедеятельности, физиологических процессов в организме человека, а также современных технологий (обратный осмос, медицина, производство продуктов питания). Совместное изучение физики, химии и биологии способствует преодолению предметной изолированности и демонстрирует универсальность природных закономерностей.

Новизна данной разработки состоит в интеграции трех школьных дисциплин. Урок построен не на параллельном, а на синтезированном рассмотрении понятий: осмотическое давление одновременно как физический параметр, химическое равновесие и как биологический регулятор.

В отличие от традиционных интегрированных уроков, в которых содержание различных дисциплин чаще всего объединяется тематически или рассматривается последовательно, в данной разработке реализуется синтезированный подход, который позволяет рассматривать осмос и осмотическое давление не как сумму предметных знаний, а как универсальное естественно-научное явление.

Практическая часть урока организована с использованием простых доступных материалов (картофель, соль), что делает науку ближе к реальной жизни, приближает научное знание к повседневному опыту. Применяются элементы современных педагогических технологий: обучающиеся самостоятельно анализируют и находят пути решения таких экспериментальных трудностей, как изготовление одинаковых картофельных кубиков, подготовка растворов разной концентрации. Разработаны игровые задания в формате интерактивного тестирования на выбор правильных утверждений. Использование мобильных устройств для фиксации этапов опыта развивает навыки документирования и работы с цифровыми данными. Работа с научными текстами, их анализ и оформление результатов в виде отчета способствуют формированию функциональной грамотности [4; 5].

Цель междисциплинарного урока заключается в формировании естественно-научной грамотности обучающихся через исследование явлений осмоса и осмотического давления.

Конкретные задачи, ожидаемые результаты, элементы функциональной грамотности, а также план урока представлены в технологической карте в таблице 1.

Таблица 1

Технологическая карта урока «Осмос. Осмотическое давление»

Тема	Осмос. Осмотическое давление
Класс	7
Учитель	Учитель физики Л. П. Толмачева
Тип урока	Интегрированный урок по физике, химии и биологии
Цель	Формирование естественно-научной грамотности у обучающихся
Задачи	<p>Образовательные:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформировать понятие «Осмос» на основе интеграции знаний по физике, химии и биологии. 2. Сформировать представление о единстве законов природы. <p>Развивающие:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стимулировать познавательный интерес к физике, химии и биологии через межпредметные связи. 2. Развивать синтезирующее мышление: умение выявлять общие научные принципы, объясняющие природные явления. 3. Формировать умение проводить эксперимент, наблюдать, анализировать и делать выводы в ходе выполнения домашнего задания. <p>Воспитательные:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Воспитывать уверенность в познаваемости окружающего мира. 2. Формировать самостоятельность, терпение, взаимоуважение. 3. Развивать коммуникативную культуру
<p>Планируемый результат</p> <p>Метапредметные результаты:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Умение работать с разными источниками информации. 2. Умение преобразовывать информацию из одной формы в другую. <p>Предметные результаты:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Знать определения: диффузия, мембрана, осмос, осмотическое давление. 2. Уметь проводить эксперимент и формулировать выводы. 3. Понимать, что биологические процессы имеют физическую и химическую основу 	<p>Универсальные учебные действия (УУД)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Личностные. Формирование ответственного отношения к обучению, готовности к саморазвитию, коммуникативной компетентности. 2. Познавательные. Умение формулировать познавательные цели, выстраивать логические рассуждения, анализировать и преобразовывать информацию. 3. Регулятивные. Способность определять цели деятельности, планировать действия, оценивать и корректировать результаты. 4. Коммуникативные. Развитие речевых умений: использование научной терминологии, формулировка вопросов и ответов

Компоненты функциональной грамотности (ФГ)	<p>Читательская ФГ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Использование просмотрового чтения для поиска информации, ее извлечения и преобразования в соответствии с задачей. 2. Освоение аналитических умений, развитие навыков письменного изложения результатов анализа. <p>Информационная ФГ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Систематизация и интерпретация информации различных видов и форм. 2. Анализ и обобщение полученных данных
Основные понятия темы	Диффузия, мембрана, осмос, осмотическое давление, виды растворов и поведение животных и растительных клеток в разных видах растворов

Далее последовательно раскрываются основные компоненты урока: теоретическое содержание, ход урока, работа с научным текстом и интерактивный тест, а также домашний эксперимент.

Естественно-научный подход реализуется через демонстрацию того, что физические и химические законы служат основой для интерпретации биологических явлений. Теоретическая часть интегрирует знания по физике (диффузия, осмотическое давление как разновидность гидростатического), химии (полупроницаемая мембрана, природа растворов, принцип Ле Шателье) и биологии (гомеостаз, осморегуляция, реакция клеток на растворы разной концентрации, функции клеточной мембраны).

Теоретическое содержание урока

Осмос — это частный случай диффузии, а именно односторонний перенос молекул растворителя через полупроницаемую мембрану из области с меньшей концентрацией растворенного вещества в область с большей. Диффузия в общем случае предполагает движение частиц всех компонентов системы, но при осмосе мембрана избирательно препятствует движению отдельных растворенных веществ. Осмос относится к пассивному транспорту и не требует энергетических затрат клетки.

С биологической точки зрения, осмотическое давление — это внутреннее давление клеточного содержимого, определяемое суммарной концентрацией всех растворенных веществ.

С физической точки зрения, осмотическое давление — это гидростатическое давление, которое необходимо приложить к раствору, чтобы остановить осмос.

Ключевым условием осмоса является наличие полупроницаемой мембраны, избирательно пропускающей частицы. В клетке эту роль выполняет клеточная мембрана.

В живой клетке функцию такой избирательной мембраны выполняет клеточная оболочка, структурную основу которой составляют липидные бислои и белковые комплексы. Их специфическое взаимодействие с молекулами воды и строгий контроль над их трансмембранным переносом являются фундаментальным условием для поддержания гомеостаза и регуляции внутриклеточных процессов.

Химический принцип Ле Шателье лежит в основе осмотических явлений и заключается в том, что любая система реагирует на изменение одного из своих параметров возникновением реакций, направленных на ликвидацию этого изменения и восстановление динамического равновесия.

Биология классифицирует растворы по их воздействию на клетку:

- гипотонический: осмотическое давление внутри клетки выше, что вызывает поступление воды и набухание клетки;
- изотонический: концентрации веществ внутри и снаружи клетки сбалансированы, объем клетки постоянен;
- гипертонический: внешняя концентрация выше, что приводит к выходу воды из клетки и ее сморщиванию.

Ход урока

Урок строится как последовательность взаимосвязанных этапов, каждый из которых опирается на предыдущий и подготавливает следующий. Ниже представлена структура аудиторного занятия.

Этап 1. Мотивация и постановка проблемы (5 мин). Учитель обращается к классу с проблемными вопросами: «Какие силы заставляют влагу проникать в растение и двигаться внутри него вверх?», «Почему, поев сладкое или соленое, нам хочется пить?», «Какие способы очистки воды существуют?». Вопросы направлены на то, чтобы показать обучающимся, что повседневные наблюдения имеют общую физико-химическую природу. Учитель проводит демонстрационный эксперимент с растением и стеклянной отводящей трубочкой, показывающий действие корневого давления.

Этап 2. Введение понятий и теоретический блок (15 мин). Учитель вводит понятия диффузии и осмоса, объясняет механизм одностороннего переноса молекул растворителя через полупроницаемую мембрану с использованием слайдовой презентации. Затем вводится количественная характеристика — осмотическое давление как гидростатическое давление столба жидкости, при котором прекращается осмос, раскрывается принцип Ле Шателье как основа осмотических явлений, объясняется роль клеточной мембраны как полупроницаемого барьера. Учитель вводит классификацию растворов (гипотонический, изотонический, гипертонический) с демонстрацией влияния каждого типа на животные и растительные клетки. Содержание данного блока подробно изложено выше в разделе «Теоретическое содержание урока».

Этап 3. Работа с научным текстом и интерактивное тестирование (8 мин). Каждому обучающемуся выдается карточка для формирования функциональной грамотности — научный текст, обобщающий изученный материал и включающий определения осмоса, осмотического давления, описание принципа Ле Шателье, классификацию растворов и их влияние на клетку. Обучающиеся работают с текстом индивидуально: применяют просмотровое чтение для поиска информации, извлекают и преобразуют данные в соответствии с поставленной задачей. После проработки текста обучающиеся выполняют задание на выбор верных утверждений. Текст карточки сформирован на основе теоретического содержания урока. На основании прочитанного текста обучающимся предлагается выбрать все верные утверждения:

1. Введение гипертонического раствора в кровь вызывает сморщивание форменных элементов, а гипотонического — их разрыв.
2. Крупные белковые молекулы не могут свободно проходить через клеточную мембрану и играют ключевую роль в поддержании осмотического баланса.
3. Пассивный транспорт обеспечивает перемещение питательных веществ в растениях, когда капиллярный механизм невозможен.
4. Осмос регулирует водный баланс клетки и распределение воды между тканями

и биологическими жидкостями.

5. Физиологический раствор (0,87 % NaCl) является изотоническим и предотвращает изменение объема клеток крови.

Критерии оценки: пять верных ответов — «отлично»; четыре верных — «хорошо»; три верных — «удовлетворительно»; менее трех — «неудовлетворительно» с возможностью доработки.

Этап 4. Обсуждение применения осмоса (5 мин). Учитель рассказывает о практическом применении осмоса: использование обратного осмоса для опреснения воды, роль физиологического раствора в медицине, применение осмотических принципов в пищевой промышленности. Обучающиеся обсуждают примеры проявления осмоса в быту.

Этап 5. Инструктаж по домашнему эксперименту и рефлексия (7 мин). Учитель подробно объясняет методику домашнего эксперимента: требования к подготовке одинаковых картофельных кубиков, приготовлению растворов трех типов (пресная вода, слабосоленая вода, насыщенный солевой раствор), порядок наблюдений, способы фиксации результатов (фотографирование этапов, заполнение таблиц). Обучающиеся получают бланк практического задания. Урок завершается рефлексией: обучающиеся формулируют, какие новые связи между физикой, химией и биологией они обнаружили.

Практический модуль «Изучение осмоса в домашних условиях» является продолжением урока. Работа имеет четкую структуру: цель, оборудование, ход работы, форма отчета. Обучающиеся проводят мини-исследование: выдвигают гипотезу, проводят наблюдение, фиксируют экспериментальные данные (таблицы, фото), анализируют и формулируют выводы, включая описание возникших трудностей. Успешное выполнение домашнего эксперимента обеспечивается подготовительной работой, проведенной на уроке: обучающиеся уже освоили теоретическую базу (механизм осмоса, типы растворов и их влияние на клетку), разобрали на конкретных примерах из жизни проявления осмотических процессов (физиологический раствор, действие пресной и морской воды на слизистую оболочку), а также получили подробный инструктаж учителя по методике эксперимента с демонстрацией образцов на слайде.

Основное внимание при выполнении практического задания уделяется наблюдению и фиксации результатов. Каждому обучающемуся выдается бланк практического задания, форма которого показана на рисунке.

Фамилия Имя: _____

Класс: _____

Практическое задание « _____ »

Осмоз — это одностороннее проникновение молекул растворителя (воды) через полупроницаемую мембрану в сторону большей концентрации вещества. Так, чистая вода проникает в растения, так как внутри находится концентрированный раствор солей и других веществ. Для демонстрации процесса осмоса проведем наглядный эксперимент с картофелем и тремя растворами разной концентрации соли.

Цель работы: доказать на опыте с картофелем, что осмос зависит от концентрации раствора соли и убедиться на опыте, что клеточная оболочка играет роль мембраны.

Оборудование:

- три прозрачных стакана 100 мл;
- картофелина;
- чайная ложка;
- соль;
- нож.

Ход работы:

1. Налейте в три стакана воды. Первый оставьте как есть. Второй немного посолите – 0,5 ч. л. соли (чайной ложки соли) и размешайте. Третий раствор должен быть наиболее концентрированным - добавьте в теплую воду 3–5 чайных ложек соли и размешайте. Дождитесь пока вода остынет до комнатной температуры. Отметьте с помощью маркера (или липкой ленты) растворы: пресный, соленый, сильносоленый.
2. Картофель почистите и вырежьте 3 одинаковых кубика с длиной ребра 2 см. Сделайте фотографию № 1 на телефоне в начале эксперимента.
3. Опустите кубики из картофеля в стаканчики с растворами. Вы сразу заметите, что в третьем стакане картофель поднимется на поверхность. Это знак того, что водный раствор соли плотный, а плотность картофеля меньше плотности соленой воды.
Сделайте фотографию № 2 на телефоне в начале эксперимента.
4. Через несколько часов (5-10 часов) можно проверять, как изменились наши картофельные кубики. Сделайте фотографию №3 на телефоне.

Заполните таблицу:

Начало эксперимента. Фотография № 1	Начало эксперимента. Фотография № 2	Окончание эксперимента. Фотография № 3
Раствор: Пресная вода	Раствор: Соленая вода с низкой концентрацией соли	Раствор: Соленая вода с высокой концентрацией
Тип раствора:	Тип раствора:	Тип раствора:
Деформация кубика:	Деформация кубика:	Деформация кубика:
Почему так произошло?	Почему так произошло?	Почему так произошло?

Вставьте фотографии вашего эксперимента.

Впишите название раствора в таблицу (гипотонический, изотонический или гипертонический). Опишите как изменился вид кубика (Деформация кубика).

В строке «Почему так произошло?» надо сравнить осмотическое давление внутри растительной клетки с давлением снаружи.

В выводе сформулировать:

- результаты исследования;
- связь между результатами работы и общей целью практического задания;
- проблемы, с которыми вы столкнулись во время выполнения работы и пути их решения.

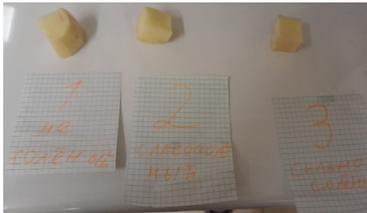
Дать название практической работе.

Рис. Бланк практического задания по теме «Осмоз. Осмотическое давление»

По результатам выполнения задания обучающийся делает отчет, в который помещает таблицу с измерениями, описание качественных изменений образцов, сделанные при выполнении работы фотографии, анализ и выводы. Пример оформления результатов приведен в таблице 2.

Таблица 2

Результаты практического задания по теме «Осмоз. Осмотическое давление»

Начало эксперимента. Фотография № 1 	Начало эксперимента. Фотография № 2 	Начало эксперимента. Фотография № 3 
Раствор: Пресная вода	Раствор: Соленая вода с низкой концентрацией соли	Раствор: Соленая вода с высокой концентрацией
Тип раствора: гипотонический	Тип раствора: изотонический	Тип раствора: гипертонический
Деформация кубика: В размерах незначительно увеличился (до 2,2 см), цвет не изменил	Деформация кубика: Сохранил прежние размеры, слегка побелел	Деформация кубика: Значительное уменьшение в размерах (до 1,4–1,5 см), значительно побелел и стал рыхлым
Почему так произошло? Осмотическое давление внутри клетки картофеля было меньше, чем давление окружающей среды, следовательно вода проникла в клетки картофеля, что привело к увеличению в размерах и объема	Почему так произошло? Осмотическое давление внутри клетки картофеля примерно равно осмотическому давлению внешней среды. В результате клетки не разбухли и не усохли и кубик сохранил прежний объем	Почему так произошло? Осмотическое давление внутри клетки картофеля значительно превышало осмотическое давление внешней среды. Последствие осмоса стало выдавливание воды из клетки. В результате этого кубик уменьшился в размерах

Принципиальным отличием разработанного урока является то, что учебный эксперимент выступает не иллюстрацией готового знания, а его источником. Домашний эксперимент организован в логике мини-исследования: от выдвижения гипотезы и наблюдения до анализа полученных данных и рефлексии экспериментальных трудностей, что приближает учебную деятельность обучающихся к реальной научной практике.

Методический эффект предложенной модели урока проявляется в формировании у обучающихся целостного представления о естественнонаучных закономерностях и способствует формированию функциональной грамотности.

Заключение

Представленная разработка интегрированного урока демонстрирует эффективный путь преодоления традиционной предметной разобщенности в естественно-научном образовании. Рассмотрение явления осмоса через призму физики, химии и биологии позволяет обучающимся не просто усвоить разрозненные факты, а построить целостную концептуальную модель фундаментального природного процесса.

Таким образом, урок выходит за рамки усвоения конкретной темы. Он становится моделью для формирования системного естественно-научного мировоззрения, в котором

универсальные физико-химические законы предстают как основа многообразия биологических явлений. Такой подход не только повышает мотивацию и глубину понимания, но и готовит школьников к восприятию современной науки, активно развивающейся на стыке дисциплин.

Конкретными методическими достижениями разработки являются: поэтапная структура урока, обеспечивающая последовательное усложнение материала от проблемных вопросов к самостоятельному эксперименту; использование карточки для формирования функциональной грамотности и отработки навыков аналитического чтения научного текста; домашний эксперимент, организованный в логике мини-исследования и позволяющий каждому обучающемуся самостоятельно пройти путь от гипотезы до выводов. Апробация урока в 7-м классе показала, что обучающиеся успешно справляются с домашним экспериментом, демонстрируют понимание межпредметных связей при обсуждении результатов и проявляют повышенный интерес к заданиям, требующим интеграции знаний из разных дисциплин.

Благодарю учителя биологии МАОУ гимназии № 9 г. Екатеринбурга Юлию Владимировну Борунову за помощь в постановке домашнего практического задания.

Список литературы

1. Реализация межпредметных связей в процессе обучения химии / Ю. Ф. Капустина, [и др.] // Учебный эксперимент в образовании. 2022. № 3(103). С. 59–69.
2. Роль межпредметных связей в процессе обучения физики / С. Аширбекова [и др.] // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития: материалы VII и VIII Междунар. науч.-метод. конф. М.: МПГУ, 2023. С. 64–68.
3. Яворук О. А. Межпредметные связи в процессе обучения основам естественных наук в школе // Развитие мышления в процессе обучения физике. 2004. № 1(1). С. 21–31.
4. Усольцев А. П., Маева О. Н. Требования к средствам формирования функциональной грамотности школьников при обучении физике // Физика в школе. 2023. № 2. С. 52–58.
5. Пакина Т. А. Развитие функциональной грамотности и формирование понятия «функциональная грамотность» в России // Вестник педагогических наук. 2022. № 5. С. 201–206.