

Навчальний модуль «Склеювання»

Інформація для викладачів

Ці матеріали ґрунтуються на тижневому дослідницькому курсі для учнів початкової школи, який є частиною освітньої ініціативи «Світ дослідників» (Forscherwelt). Вони доповнюють робочі зошити для учнів і містять додаткову інформацію про необхідні матеріали, а також допоможуть під час планування уроків.

Концепція та програма викладання були розроблені під керівництвом професора, доктора Катрін Зоммер (Katrin Sommer), завідувачки кафедри дидактики хімії Рурського університету в м. Бохум (Німеччина) за підтримки експертів компанії «Хенкель» у галузі клеїв.

Досліди орієнтовані на учнів третього – четвертого класів.

Навчальний блок «Клеї»

Концепція для 8–9 спарених уроків

Вступ

Клеї та клейові технології вже давно стали невід'ємною частиною як звичайного повсякденного життя, так і промислових виробничих процесів. Клейові вироби варіюються від простого побутового клею до промислових суперклеїв, які можуть використовуватися для склеювання навіть крил літаків.

Навчальний модуль «Клеї» призначений для того, щоб познайомити дітей зі світом цих матеріалів. По-перше, учні отримають початкове уявлення про широке розмаїття клеїв і способи їхнього застосування. По-друге, на прикладі знайомого їм клею вони дізнаються, як і з чого можна виготовляти клеї самостійно. Розділ також надає можливість феноменологічно дослідити питання про те, чому клеї є липкими.

Модулі навчального блоку

Урок 1	Різні види клеїв
Урок 2	Дослідження липкості чотирьох сировинних матеріалів
Урок 3	Джерела сировини для клеїв: виявлення крохмалю
Урок 4	Отримання крохмалю з харчових продуктів
Урок 5	а) Виготовлення крохмального клейстеру б) Порівняння клейових стержнів з крохмальним клейстером
Урок 6	а) Крохмальний клейстер, що містить мило як структурний зміцнювач б) Виготовлення тест-смужок
Урок 7	а) Виготовлення клеїв з харчових продуктів (клей із жувальних ведмедиків тощо) б) Виготовлення тест-смужок
Урок 8	Метод випробування клеїв: розробка та виготовлення саморобного випробувального приладу
[Урок 9	Інтерв'ю з експертом].

Урок 1. Різні види клею

Діти часто знайомі лише з побутовими та саморобними клеями. Однак ними не можна склеїти все, що завгодно. Тому існує дуже широке розмаїття клеїв.

Перші декілька дослідів потрібні, аби надати учням уявлення про те, як багато буває різних клеїв. З цією метою їм пропонують завдання й озвучують проблеми, для вирішення яких вони мають знайти відповідний клей. І насамкінець, необхідно визначити найбільш придатні клеї для різних завдань.

Необхідні матеріали (приклади проблем можуть бути запропоновані учнями):

- Одяг (штани) з дірками, на які дітям необхідно наклеїти латку
- Аркуші паперу, блокноти або «книги дружби», в які учням потрібно вклеїти фотографії
- Гумовий шланг або взуття з підошвою, що відірвалася
- Смуги або інші шматки деревини, які потрібно склеїти між собою

Використовуються спеціальні клеї, розлиті в нейтральні пляшечки, щоб учні їх не впізнали, наприклад:

- Клей для дерева
- Контактний клей
- Клей для паперу
- Клей для тканини



Найкраще, якщо учні працюватимуть у групах по чотири особи. Кожна така група отримує набір з чотирьох різних завдань і по одному з клейових матеріалів. Залежно від розміру класу та кількості груп кількість завдань і матеріалів можна адаптувати. Ось приклад тестової матриці:

Клей/група	1	2	3	4
Завдання				
Деревина				
Тканина				
Фото/папір				
Гума				

У кожній групі з чотирьох осіб двоє учнів мають працювати над двома

завданнями індивідуально. Після того як учні склеїли свої предмети за допомогою відповідного клею, предмети поміщають в сушильну шафу за температури 50 °C (125 °F) на 20 хвилин (як варіант можна використовувати звичайну духову шафу або вибрати триваліший час сушіння).

Під час оцінювання характеристик клею учнів знайомлять з системою смайликів для оцінювання клеїв. Існують три варіанти оцінки: усміхнене обличчя, обличчя з прямим ротом і сумне обличчя.

Крім того, учні можуть розробити власні системи оцінювання. Коли учні згодом підбиватимуть підсумки в класі, вони помітять, що це ускладнює порівняння результатів. Це можна використати як відправну точку для обговорення того, чому в широкому діапазоні галузей як на національному, так і на міжнародному рівні встановлюють єдині стандарти й одиниці вимірювання.



Під час цього першого спареного уроку учні дізнаються, що різні матеріали потрібно склеювати різними клеями. Вони також дізнаються, що міцність склеювання залежить від правильного використання клею.

До наступного заняття: сфотографуйте дошку.

Урок 2. Натуральна сировина для клеїв

Частина 1. Розподіл клеїв з уроку 1 по різних категоріях

На початку другого спареного уроку доцільно повернутися до обговорення й оцінки результатів першого спареного уроку (урок 1). Анонізовані клеї потрібно розподілити по правильних категоріях. Для цього учні мають використати результати своїх випробувань клею та пояснити свої висновки. Наприкінці з'ясовується, який клей якому номеру відповідає. Може виявитися, що результати випробувань клею не такі хороші, як мали б бути. Неоднозначні результати можна пояснити тим, що клеї потрібно наносити по-різному, щоб вони ефективно досягли своєї адгезійної міцності. Разом із учнями можна ознайомитися з інструкцією на оригінальній упаковці та порівняти її з діями, які виконували самі учні.

Частина 2. Що є липким, а що ні

Наступні декілька занять будуть присвячені конкретному клею – клею-олівцю (Pritt). Мета полягає в тому, щоб за допомогою дослідів показати учням весь процес, починаючи від сировини й інгредієнтів, що входять до складу клейкої речовини, і закінчуючи готовим клеєм-олівцем.

Перше запитання, яке ставимо учням: «З чого можна виготовити клей?» Діти з повсякденного життя знають, що руки стають липкими, коли вони їдять цукерки. На кухні є різні речовини, які іноді зовсім випадково до всього прилипають. Однією з таких речовин є, наприклад, пудра для пудингу.

Цей досвід можна використати для ознайомлення учнів з підготовчим дослідом з речовиною, якій є місце як на кухні, так і в клейовому виробництві – крохмалем.

Під час підготовчого дослідів учням роздають чотири однакових на вигляд порошки для дослідження. Кожному порошку присвоєно номер; учні не знають, що означають ці номери. Їхнє завдання полягає в тому, щоб перевірити, який з порошків можна змішати з водою, аби отримати липку речовину, яка, можливо, може бути придатною як сировина для клею. Учні можуть розтерти перемішані суміші між кінчиками пальців, щоб відчувати, що є липким, а що ні.

Необхідні матеріали для кожної групи з чотирьох осіб:

- 4 невеликі ємності для зразків порошку (наприклад, маленькі склянки)
- Маркер, яким можна робити написи на склянках
- 1 склянка води
- 2–4 одноразові піпетки
- 4 годинникові скельця (невеликі скляні тарілки) або 4 кришки банок з-під желе
- Папір для тестів (на бажання)
- Цукор, харчова сода, сіль, кукурудзяний крохмаль або подібні зразки

Вельми ймовірно, що учні виявлять, що найбільш липкою є суміш води та кукурудзяного крохмалю.

Урок 3. Виявлення крохмалю

На попередньому занятті учні з'ясували, що під час змішування крохмалю з водою утворюється клейка речовина. Крохмаль – це природна сировина. Але звідки він береться? Як можна отримати крохмаль? Що таке крохмаль?

На цьому занятті учні вчаться використовувати розчин йоду та йодиду калію (розчин Люголя) для виявлення крохмалю. Цей метод виявлення є одним із інструментів, які використовують дослідники.

Використовується як позитивний холостий зразок, що містить кукурудзяний крохмаль, так і негативний зразок, що містить речовину, яка зовні схожа на кукурудзяний крохмаль (наприклад, вапняний порошок). Ця процедура підтверджує валідність методу виявлення.

На наступному етапі учні знайомляться з різними харчовими продуктами, які можуть містити крохмаль, зокрема картоплю, огірком, молоком і подрібненими зернами рису чи кукурудзи.

Перед початком досліду учні мають спочатку поміркувати, які продукти можуть містити крохмаль. Потім вони перевіряють своє припущення за допомогою методу виявлення, який щойно вивчили, і записують отримані результати.

Необхідні матеріали:

- Розчин Люголя (розчин йоду / калію йодиду)
- Одноразові піпетки
- Пробірки або годинникові скельця, в яких речовини, що випробовуються, добре змішуються з розчином Люголя
- Кукурудзяний крохмаль і вапняний порошок для холостих зразків
- Продукти, що містять крохмаль, такі як картопля, замочені зерна пшениці та кукурудзяне борошно
- Продукти, що не містять крохмалю, такі як огірок

Для перевірки на наявність крохмалю порошкоподібні речовини слід помістити на годинникове скло з невеликою кількістю води та додати декілька крапель розчину Люголя. За наявності крохмалю речовина забарвиться в темно-синій, фіолетовий або чорний колір.

Якщо ви використовуєте картоплю, огірок або зерна пшениці, бажано, щоб учні попередньо натерли їх на тертці або подрібнили. Картоплю й огірки слід нарізати кружечками.

Урок 4. Отримання крохмалю з харчових продуктів

Після того як учні знайшли продукти, що містять крохмаль (картоплю, пшеницю або кукурудзу), то переходять до наступного етапу – виділення крохмалю з цієї сировини. Знову ж таки, вони працюють у групах по двоє або четверо.

Можна розпочати заняття з обговорення з учнями, як вони можуть отримати крохмаль з харчових продуктів.

Корисною відправною точкою може бути спостереження, що вода стає каламутною, якщо продукт, що містить крохмаль, залишити в ній на декілька годин. Це явище особливо помітне, якщо залишити у воді рисові зерна. Помутніння означає, що щось «мігрувало» з їжі у воду. Корисно заздалегідь підготувати зразок, що ілюструє цей ефект.

Після того як учні зрозуміли, що за допомогою води можна отримати крохмаль з харчових продуктів, можна переходити до самого досліду.

Необхідні матеріали для кожної групи:

- 3–6 картоплин
- 150 г кукурудзяного борошна
- Старі рушники для посуду
- 4 пластикові миски середнього розміру
- 1–2 кухонні тертки
- 2 порцелянові миски або термостійкий посуд для кристалізації
- Мірний глечик
- Вода

Інструкція з проведення досліду для учнів:

1. Виберіть один з продуктів (3–6 картоплин або 150 г кукурудзяного борошна) і за потреби натріть їх на тертці (в пластикову миску).
2. Додайте 300 мл води до натертого продукту в пластиковій мисці та перемішайте скляною паличкою.
3. Над другою пластиковою мискою покладіть кухонний рушник, всипте суміш і відіжміть воду (рідину). Зберіть цю рідину в миску і зачекайте, поки на дні не осяде осад.
4. Покладіть суміш, що залишилася, назад в першу миску та повторіть кроки 2 і 3, але використовуючи лише 200 мл води.
Зачекайте п'ять хвилин, а потім обережно процідить рідину. Залиште білий осад на дні миски.

5. Викладіть залишки у миску та поставте її в духовку, розігріту до температури 180 °C, на 20 хвилин.

Корисно мати в наявності духовку, в якій можна висушити крохмальний екстракт. Найбільш ефективно крохмаль можна отримати з картоплі, яку можна використовувати як очищену, так і неочищену. Після сушіння в посуді залишається тверда білувата речовина – крохмаль.

Урок 5. Виготовлення крохмального клейстеру

Частина 1. Крохмальний клейстер

Під час проведення попередніх дослідів учні виявили, що під час змішування крохмалю з холодною водою утворюється клейка речовина. Однак ця речовина ще не придатна для використання як клей. З сумішшю потрібно ще щось зробити.

Отже, перше завдання полягає в тому, щоб зібрати пропозиції: що можна зробити, аби суміш крохмалю та води стала більш липкою. Відправною точкою може бути досвід учнів стосовно приготування їжі – випічки (наприклад, приготування глазури для торта).

Коли учні висловлять свої відповідні пропозиції, можна надати інструкцію з виготовлення крохмального клейстеру. Учні виготовляють його, використовуючи отриманий крохмаль. За допомогою клейстеру вони вклеюють інструкцію до дослідів у свої зошити.

Необхідні матеріали для кожної групи:

- Крохмаль, отриманий учнями або придбаний у магазині
- 1–2 банки або каструлі з вогнетривкого скла
- Двоконфоркова плита або духовка
- 1–2 скляні палички або ложки для перемішування
- 1 термометр

Для виготовлення крохмального клейстеру 1 г (¼ чайної ложки) крохмалю, отриманого учнями, змішують із 5 мл (1 чайною ложкою) води та нагрівають за температури приблизно 75 °C (167°F) на гарячій плиті доти, доки суміш не почне прилипати до палички або ложки. Під час нагрівання крохмаль набухає. Це пояснюється тим, що розчинник (вода) зв'язується капілярною дією, а потім випаровується.

Прикладами з повсякденного життя є приготування пудингу та загущення соусів. Якщо під час екстракції крохмалю було отримано недостатню його кількість, можна додати трохи кукурудзяного крохмалю.

Частина 2. Порівняння клеїв-олівців із крохмальним клейстером

Коли учні порівнюють властивості крохмального клейстеру з властивостями клею-олівця, вони знаходять як схожість, так і відмінності. Наприклад, саморобний клейстер за консистенцією нагадує мед, тоді як клей-олівець – це

тверда речовина. Крім того, при розчиненні клею-олівця у воді (за допомогою збовтування) відбувається особливе явище – суміш піниться. Це явище знайоме учням з миття рук з милом. Для порівняння діти мають розчинити крохмальний клейстер у воді та збовтати його. Клей-олівець дійсно містить невелику частку мила для покращення стійкості до стирання. Щодо запаху також є значні відмінності між двома речовинами. Крохмальний клейстер має запах, схожий на запах варених макаронних виробів, тоді як клей-олівець ароматизований і має штучний запах.

Наступний крок – повторити виготовлення крохмального клейстеру, але вже з додаванням мильної стружки. Цьому і буде присвячене наступне заняття.

Урок 6. Крохмальний клейстер, що містить мило як структурний зміцнювач

Крохмальний клейстер, що містить мило

Учні вже спробували приготувати крохмальний клейстер, використовуючи різні пропорції мила, і виявили, що його додавання впливає на властивості суміші. Наприклад, додавання 1 або 2 г ($\frac{1}{4}$ або $\frac{1}{2}$ чайної ложки) мила створює відчуття, схоже на крем для обличчя, додавання 3 г ($\frac{3}{4}$ чайної ложки) мила робить продукт більш твердим – схожим на мазь, а додавання лише 4 г (1 чайної ложки) мила створює липкий продукт, який утворює нитки, якщо його розтягнути між двома пальцями.

Необхідні матеріали для кожної групи:

- Крохмаль, отриманий учнями або придбаний у магазині
- 1 шматок звичайного мила (за можливості неароматизованого)
- 1–2 банки або каструлі з вогнетривкого скла
- Двоконфоркова плита або духовка
- 1–2 скляні палички або ложки для перемішування
- 1 термометр
- Будівельний папір, тонкий картон або інший міцний папір для тест-смужок

Інструкція з проведення досліду для учнів:

1. Натріть на тертці для картоплі приблизно четверту частину шматка мила.
2. У склянці ємністю 150 мл якомога ретельніше розчиніть 1 г ($\frac{1}{4}$ чайної ложки) натертого мила в 14 мл (1 столовій ложці) води. При цьому утвориться піна.
3. Додайте 4 г (1 чайну ложку) крохмалю до отримання пінистої суміші та добре перемішайте скляною паличкою.
4. Нагрійте суміш на плиті до температури приблизно 75 °C (167 °F), періодично помішуючи скляною паличкою.
5. Повторіть кроки з 2 по 4, використовуючи 2 г ($\frac{1}{2}$ чайної ложки), 3 г ($\frac{3}{4}$ чайної ложки) і 4 г (1 чайну ложку) мила. Чи змінюються при цьому властивості клейкої речовини?

Урок 7. Виробництво клеїв з харчових продуктів

Частина 1. Клеї з жувальних ведмедиків і не тільки

На цьому уроці учні знайомляться з тим, що продукти повсякденного вжитку (зокрема, їжа та напої) демонструють таке явище, як склеювання. Мета полягає в тому, щоб учні створили власні клейкі речовини, використовуючи продукти харчування. Для цього їм мають бути доступні такі продукти, як жувальні ведмедики, порошок для пудингу, тонкі шоколадні м'ятні цукерки та морквяний сік. Учні вже вміють виготовляти крохмальний клейстер з картоплі. Тепер ці вміння можна застосувати на прикладі порошку для пудингу. Крім того, учні дізналися з повсякденного життя, коли їжа стає липкою – наприклад, коли шоколад тане на сонці. Це явище можна перенести на жувальні ведмедики та шоколад, у результаті чого у разі обережного нагрівання цих продуктів утворюються робочі «клеї».

Цей підхід підкріплюється інструментом градуйованих навчальних допоміжних засобів із використанням триступеневої шкали.

Необхідні матеріали:

- Їжа, яка стає липкою під час нагрівання: шоколад, жувальні ведмедики або морквяний сік
- 1–2 банки або каструлі з вогнетривкого скла
- Двоконфоркова плита або духовка
- 1–2 скляні палички або ложки для перемішування
- Будівельний папір, тонкий картон або інший міцний папір для тест-смужок

Градуйовані навчальні допоміжні засоби

Клей з жувальних ведмедиків

- Коли ви помічали, що жувальні ведмедики стають липкими?
- Як можна перетворити жувальних ведмедиків на рідину?
- Нагрівайте 50 жувальних ведмедиків у каструлі, поки вони не розтануть. Додайте трохи води до розплавлених жувальних ведмедиків, щоб їх можна було легко розтирати.

Шоколадний клей

- Що має статися з шоколадом, щоб він розтанув? Розтопити шоколад.
- Нагрівайте 100 г шоколаду у каструлі, поки він не розтопиться. Поступово додайте 10 мл (2 столові ложки) води в міру охолодження шоколаду, щоб він залишався густим і однорідним.

Морквяний клей

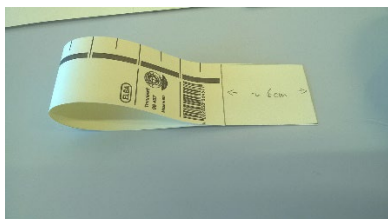
- Морква містить цукор.
- Візьміть морквяний сік і подумайте, як він може стати липким.
- Нагрійте 100 мл морквяного соку в каструлі на конфорці на найвищому рівні потужності до утворення липкої суміші.

Клей з тонких шоколадних цукерок

- Що має статися з шоколадом, щоб він розтанув? Розтопити шоколад.
- Нагрівайте 100 г тонких шоколадних цукерок у сковороді, поки вони не розтопляться. Поступово додайте до суміші 10 мл води в міру охолодження, щоб вона залишалася густою та однорідною.

Частина 2. Виготовлення тест-смужок

Як і справжні розробники продуктів, учні нарешті мають перевірити, наскільки міцним є їхній клей. Щоб підготуватися до випробування, наприкінці заняття їм треба виготовити тест-смужки.

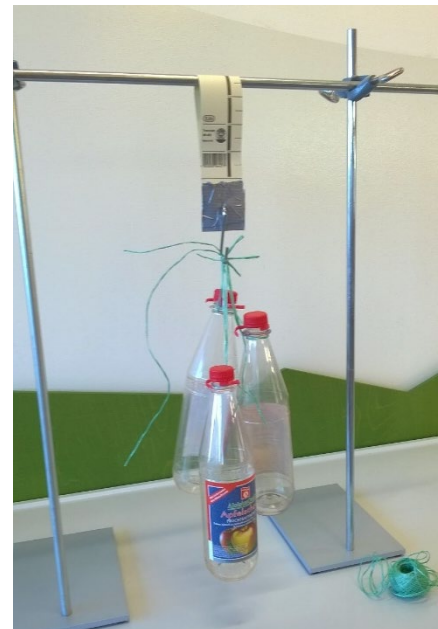
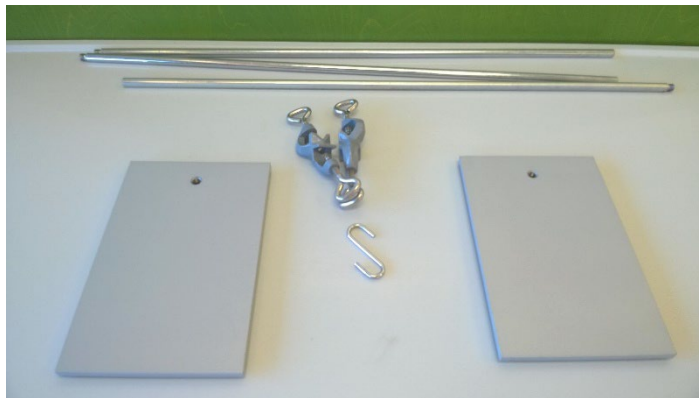


Урок 8. Метод випробування клеїв

Насамкінець слід порівняти міцність клеїв, виготовлених учнями, з міцністю вихідної речовини клею-олівця. З цією метою учні розробляють відповідні методи випробувань, включаючи інструкції з їхнього проведення. Їм слід дозволити повну свободу творчості.

Основний принцип цих методів випробування полягає в тому, що матеріал (а саме смужки паперу), склеєні за допомогою клею, виготовленого учнями, або оригінального клею, піддається механічному впливу за допомогою вантажів доти, доки матеріал (клей) не розірветься. Визначається максимальна несівна здатність склеєного матеріалу і порівнюються два клеї, завершуючи коло підходу від сировини до клею-олівця.

Приклад саморобного випробувального приладу



Може статися так, що смужки паперу пошкодяться ще до того, як клейове з'єднання розірветься. Це свідчитиме про те, що клей достатній для свого призначення – склеювання паперу.