



# Навчальний модуль «Сталий розвиток»

Інформація для вчителів

Цей навчальний посібник засновано на тижневому дослідницькому курсі для учнів початкової школи, який є частиною освітньої ініціативи «Світ дослідників» (Forscherwelt).

Концепцію та програму було розроблено під керівництвом професора, доктора Катрін Зоммер, завідувачки кафедри дидактики хімії Рурського університету в Бохумі (Німеччина), за підтримки експертів компанії «Хенкель». Досліди орієнтовані на учнів третього – четвертого класів.

## Навчальний блок «Сталий розвиток»

Приблизно для 9 спарених уроків

### **Вступ**

У світі досліджень учні початкових класів можуть стати мінідослідниками, провівши свої перші наукові експерименти. Теми беремо з реальних досліджень, що проводить компанія «Хенкель», і в невеликому масштабі відображаємо те, що роблять дорослі дослідники, розробляючи нові продукти. Для компанії «Хенкель» питання сталого розвитку традиційно має першорядне значення. Тому вона створила тижневу літню програму на цю тему в межах Року науки – 2012 «Проєкт Земля: наше майбутнє». Ця літня програма згодом розвинулася у навчальний блок для уроків природознавства в початковій школі.

Багато людей, особливо дітей, не знають, що означає термін «сталий розвиток». Його зазвичай асоціюють з екологічними проблемами, але він має набагато ширше значення. На основі визначення, розробленого Всесвітнім бізнес-форумом зі сталого розвитку, компанія «Хенкель» визначила поняття «сталий розвиток» таким чином: «Людський рід живе добре, в гармонії з обмеженими ресурсами Землі». Дітям легше зрозуміти інше формулювання.

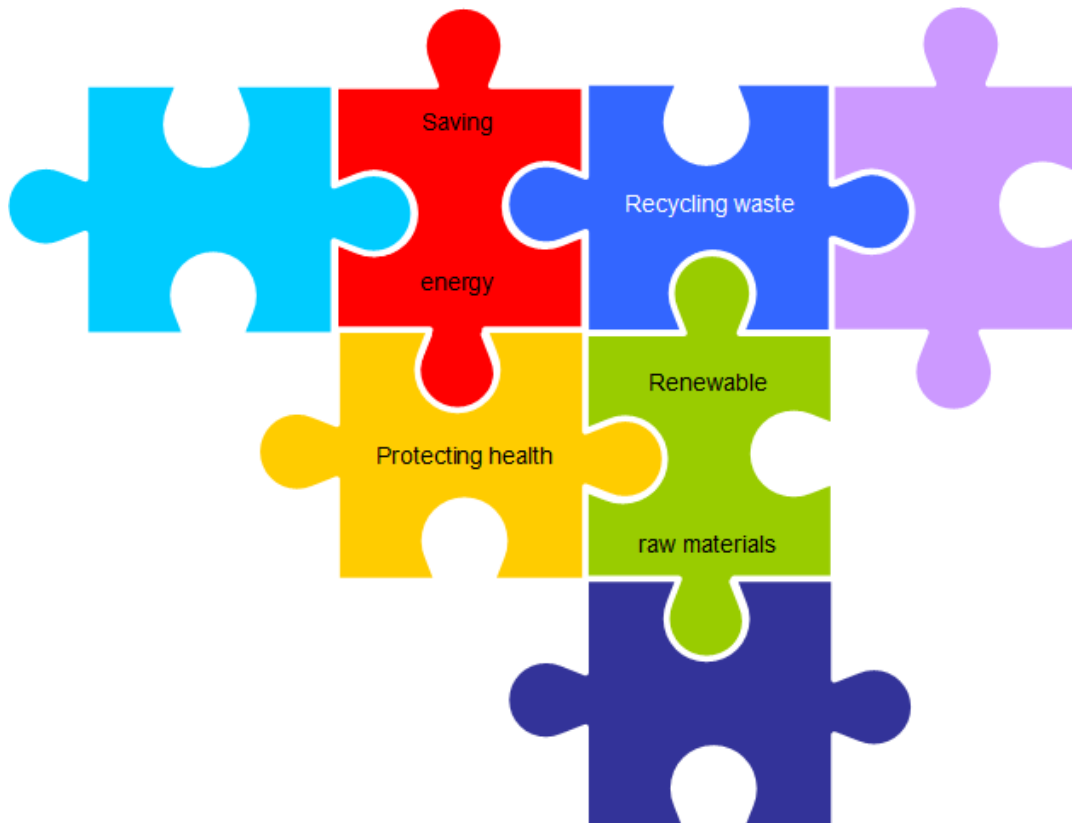
Сталий розвиток означає:

«Всі люди на нашій землі живуть добре та використовують лише стільки води, деревини й інших природних ресурсів, скільки потрібно для того, щоб наша Земля могла відновитися знову».

У цьому навчальному блоці ми хочемо зробити поняття «сталий розвиток» зрозумілим, тому ми познайомимо учнів з чотирма сферами, в яких вони самі можуть діяти у сталий спосіб.

Ми також розробили чотири ключові фрази для кожної з цих сфер: «Діяти у сталий спосіб означає...»

Чотири напрями сталого розвитку в навчальному блоці:



Діяти у сталий спосіб означає:

- ...ефективно використовувати енергію
- ...запобігати утворенню відходів, сортувати та переробляти їх
- ...використовувати відновлювану сировину
- ...берегти та захищати своє здоров'я

## Модулі навчального блоку

- Урок 1 Занурення у світ досліджень: вступ до теми за допомогою фільму й обговорення, дозвіл на відвідування лабораторії
- Урок 2 Економія енергії
- Урок 3 Запобігання утворенню відходів та їхня переробка
- Урок 4 Відновлювана сировина – 1 (на прикладі клею-олівця)
- Урок 5 Відновлювана сировина – 2 (на прикладі клею-олівця)
- Урок 6 Відновлювана сировина – 3 (на прикладі клею-олівця)
- Урок 7 Захист нашого здоров'я – 1 (на прикладі здоров'я зубів)
- Урок 8 Захист нашого здоров'я – 2 (на прикладі здоров'я зубів)
- Урок 9 Захист нашого здоров'я – 3 (на прикладі здоров'я зубів)

## Урок 1. Вступ до теми

Під час першого візиту учні отримують початкові знання щодо цієї теми від співробітників компанії «Хенкель», які пройшли навчання, аби стати амбасадорами сталого розвитку. У короткометражному фільмі дітям показують, як вони можуть допомогти довкіллю у повсякденному житті. Потім вони отримують спеціально розроблені малюнки, на котрих можуть розфарбувати знайомі ситуації (наприклад, як можна заощадити електроенергію або воду).



У другій частині заняття учні вивчають правила роботи в лабораторії та просте лабораторне обладнання.

## Урок 2. Економія електроенергії – економія енергії

На першому занятті учні дізналися, що економія енергії або електроенергії є корисною для довкілля. Значення терміну «енергія» не обговорювалося, тому це питання слід розглянути на другому уроці.

Термін «енергія» знайомий більшості учнів початкових класів. Вони часто чують такі повсякденні терміни або фрази, як «сонячна енергія», «споживання енергії», «енергетичний батончик» і «потрібно багато енергії». Більшість учнів також знають, що споживання енергії, викиди парникових газів (наприклад, CO<sub>2</sub>) та зміна клімату певним чином пов'язані між собою. Вони асоціюють економію енергії із захистом довкілля. Що ж таке енергія?

Зазвичай поняття «енергія» та «споживання електроенергії» часто використовують як синоніми, хоча іноді під енергією також розуміють теплову або кінетичну енергію. З наукової точки зору, використання терміну «енергія» часто може бути неточним. Тому на початку уроку варто коротко обговорити з учнями, звідки береться електрика в розетці та який стосунок вона має до енергії загалом, перш ніж перейти до теми економії електрики/енергії.

**Аби виробити електроенергію потрібна енергія.** Коли ми отримуємо електрику з розетки, енергію потрібно десь витратити, щоб її виробити (наприклад, на електростанціях). Учні повинні навести приклади відомих їм типів електростанцій (гідроелектростанція, вугільна електростанція, атомна електростанція, сонячні системи, вітряки).

На електростанціях джерела енергії перетворюють на електрику. Ми говоримо про сонячну енергію / вітрову енергію / гідроенергію. Однак не кожне джерело енергії доступне нескінченно і може бути використане без проблем.

- ▶ Вугільні електростанції та атомні електростанції не дуже екологічні та їхнє функціонування пов'язано з великими ризиками.
- ▶ Під час виробництва традиційної енергії (за допомогою вугілля, газу) виділяються парникові гази.
- ▶ Парникові гази винні у зміні клімату.
- ▶ Економити електроенергію – означає економити енергію.
- ▶ Економія енергії означає зменшення викидів парникових газів.

Електроенергія коштує грошей ▶ економити електроенергію означає економити гроші.

Перехід до другої частини:

Перед початком досліду учні мають подумати, для чого використовується електроенергія в побуті (наприклад, для приготування їжі). Як тут можна заощадити електроенергію? «Батько Пії, наприклад, стверджує, що вода, яку ви використовуєте для приготування макаронів, закипає швидше, якщо накрити каструлю кришкою. Це означає, що закипання води відбувається швидше, якщо каструля накрита кришкою, ніж якщо вона не накрита».

- ▶ Чи правильно це?

► **Запитання дослідження:**

**Чи потрібно менше енергії для кип'ятіння води з кришкою, ніж без неї?**

**Перше завдання**

Спочатку учні отримують відкрите завдання. Їм треба подумати, як можна відповісти на це запитання за допомогою досліду, використовуючи надані їм матеріали.

**Який дослід ви можете провести, щоб перевірити твердження батька Пії?**

Кожна дослідницька група має такі матеріали для проведення досліду:

- 1 літр води в мірному стакані
- 1 велика склянка
- 1 пластинчаста магнітна мішалка
- Алюмінієва фольга
- 1 секундомір
- 1 термометр
- 8 кип'ятільних каменів (які кладуть у воду для кип'ятіння)

Обговоріть з партнерами, як ви можете попрацювати з іншими групами, щоб відповісти на запитання.

Учні отримують підказку, яка має їм допомогти.

Коли дослідники хочуть щось порівняти, вони часто проводять два досліди. Обидва досліди мають бути проведені однаково, а єдина відмінність полягає в конкретному аспекті, який треба дослідити.

Насамперед учням треба самостійно придумати, як провести дослід. Вони мають записати свої ідеї, а потім представити їх решті класу. Важливо обговорити з учнями, що вони хочуть виміряти і як можуть використати отримані результати для відповіді на поставлене запитання.

Залежно від стратегій, розроблених самими учнями, можна провести обговорення, під час якого учнів можна більш-менш спрямувати на формування двох груп. Перша група нагріває воду, накривши її кришкою (алюмінієвою фольгою). Ця група називатиметься експериментальною. Інша група нагріває воду без кришки. Ця група буде контрольною.

Після обговорення базового підходу учні мають перейти до наступного аркуша, який містить конкретні пропозиції щодо розв'язання проблеми, і скласти схему запланованого ними досліду. Під час досліду вони повинні занотувати в робочому зошиті, скільки часу потрібно для того, щоб вода нагрілася до 40 °C, 60 °C, 80 °C і 99 °C.

Порівняння показників, виміряних з кришкою і без неї, показує, що для нагрівання води з кришкою потрібно менше часу й електричну плиту можна вимкнути раніше. Це допомагає заощаджувати електроенергію.

Примітка: аби мати можливість порівнювати результати вимірювань, кожна група має використовувати однакове обладнання. Якщо матеріалів не вистачає, досліди можна проводити послідовно, використовуючи той самий прилад.

## Урок 3. Запобігання утворенню відходів та їхня переробка

### Вступне обговорення з класом

Запитання до учнів: чи можете ви пригадати інші ситуації, в яких могли б діяти у сталий спосіб? Якщо учні самі не доходять теми «Відходи», слід підвести їх до неї за допомогою відповідних запитань. Наприклад, вони можуть поміркувати, чи створювали відходи в цей день і скільки саме. Можна також запитати, чи їхні сім'ї розділяють відходи і чи знають вони, наприклад, що відбувається з макулатурою.

Використовуючи ламіновані аркуші на дошці, а потім інструкції до досліду, учні вивчають цикл виробництва паперу та називають окремі етапи. Порівнюємо промисловий цикл і дослід, виділяємо ті промислові етапи, які учні можуть відтворити у своєму досліді. Потім вони працюють у парах, дотримуючись інструкцій в робочому зошиті.

### Матеріали, необхідні для кожної групи учнів

- 15 г картону
- Мірний стакан для води
- Вода
- Велика неглибока пластикова миска
- Качалка
- Ручний блендер + високий контейнер
- Москітна сітка для використання як плоске сито (приблизно 30 x 40 см)
- 1 кухонний рушник або стара футболка

### Інструкція

1. Зважте 15 г картону. Порвіть картон на шматочки розміром з ніготь великого пальця і покладіть шматочки у високий контейнер.
2. За допомогою мірного стакана відміряйте 200 мл води та додайте воду до шматочків картону у високому контейнері.
3. Перемішуйте картон з водою, поки не отримаєте сіру масу. У цій масі не повинно бути видно великих шматків картону.
4. Покладіть масу в неглибокий посуд і додайте 1 літр води. Інтенсивно перемішайте суміш картону та води руками.
5. Скористайтесь москітною сіткою як ситом: двоє з вас натягують сітку на раковину та міцно тримають її, а третій виливає масу на сито так, щоб зайва вода могла просочитися крізь нього. Коли суміш перестане капати, покладіть сітку з масою на стіл, а зверху покладіть шматок тканини та переверніть обидві частини.
6. Проведіть качалкою по сітці декілька разів.
7. Потім можете покласти шматок тканини з «папером» на сушарку для сушіння.



## Урок 4. Відновлювана сировина – 1

### Виявлення крохмалю

Наступні три уроки присвячені відновлюваній сировині та ознайомлюють учнів з цією темою на прикладі добре знаного ними повсякденного продукту – клею-олівця. Клей-олівець можна виготовити з крохмалю, що є відновлюваною сировиною.

Урок слід розпочати з пояснення того, що таке сировина і що означає слово «відновлюваний» у цьому контексті. Учням треба надати стислу інформаційну довідку.

#### **Що таке сировина?**

Ручки, папір, футболки, іграшки – майже все, з чим ми стикаємося у повсякденному житті, виробляють з різноманітної сировини. Деревина – це сировина, з якої, наприклад, виготовляють меблі або папір. Бавовна – це сировина, з якої зазвичай виготовляють футболки. Пластмасові іграшки виробляють із сировини нафти, що також є сировиною. Таким чином, сировина – це речовини, з яких за один чи декілька виробничих етапів можна виготовити всілякі речі.

#### **Що означає слово «відновлюваний»?**

Рослини ростуть відносно швидко та продовжують рости, коли їх пересаджують. Їх називають відновлюваною сировиною.

Сира нафта, з якої можна виробляти цілу низку речей – від бензину до пластмаси, не відновлюється швидко. Коли вся сира нафта на Землі буде використана, її не можна буде просто «посадити» знову. Сира нафта **не** є відновлюваною сировиною. Це означає, що ми повинні використовувати її ефективно.

Після загального знайомства з відновлюваною сировиною, представляють крохмаль як сировину для клею-олівця. З яких рослин отримують крохмаль? Як ми можемо зрозуміти, що певні рослини містять крохмаль? Щоб відповісти на це запитання, на 4-му уроці учні спочатку знайомляться з методом виявлення крохмалю за допомогою розчину йоду та йодиду калію (розчину Люголя). Ці методи виявлення є частиною інструментарію дослідника, про що учні також мають дізнатися.

Учні починають з позитивного контрольного зразка, що містить кукурудзяний крохмаль. На наступному етапі вони вивчають різні продукти, які можуть містити крохмаль (наприклад, картоплю, огірок, молоко, подрібнені зерна рису або кукурудзи).

Перед початком досліду вони мають подумати, які продукти можуть містити крохмаль. Потім перевіряють своє припущення за допомогою методу виявлення, про який щойно дізналися, і записують свої результати.

Перед використанням розчину Люголя у класі, будь ласка, ознайомтеся з правилами безпечного поводження з ним та законодавчими нормами, що вас стосуються. Інформація [тут](#).

**Матеріали, необхідні для кожної пари учнів:**

- Розчин Люголя (розчин йоду / калію йодиду)
- Одноразова піпетка
- Декілька пробірок або інших невеликих скляних ємностей, в яких досліджувані речовини можна добре змішати з розчином Люголя
- Кукурудзяний крохмаль і кондитерський цукор для контрольних зразків
- Крохмалисті продукти, такі як картопля, замочені рисові зерна та консервована кукурудза
- Некрохмалисті продукти, такі як огірок

Щоб перевірити наявність крохмалю, покладіть порошкоподібні речовини в пробірку з невеликою кількістю води та додайте до них декілька крапель розчину Люголя. Якщо крохмаль є, то речовина забарвиться у темно-синій, фіолетовий або чорний колір.

Якщо ви використовуєте картоплю, огірок або рисові зерна, то бажано, щоб учні попередньо натерли їх на тертці чи подрібнили, а потім нанесли краплі розчину Люголя безпосередньо на продукти.

## Урок 5. Відновлювана сировина – 2

### Виділення крохмалю з продуктів харчування

Знайшовши крохмалисту сировину (картоплю або кукурудзу), учні переходять до наступного етапу – виділення крохмалю з цієї сировини. Вони мають працювати в парах.

Заняття можна розпочати з обговорення того, як можна виділити крохмаль з продуктів харчування. Корисною відправною точкою може стати спостереження: вода каламутніє, якщо залишити в ній крохмалистий продукт на декілька годин. Це явище особливо помітне, якщо замочити у воді рисові зерна. Помутніння означає, що щось «мігрувало» з продукту у воду. Корисно заздалегідь підготувати зразок, котрий ілюструє цей ефект.

Після того, як учні зрозуміли, що можна використовувати воду для отримання крохмалю з продуктів харчування, вони можуть розпочати дослід (робочий зошит 7).

#### **Матеріали, необхідні для кожної пари учнів:**

- 3–6 картоплин (залежно від розміру)
- Або 150 г кукурудзяного борошна
- Старий рушник для посуду
- 2 пластикові миски середнього розміру
- Тертка для овочів
- 1 порцелянова тарілка або термостійка форма для кристалізації
- Мірний стакан
- Вода

#### **Інструкція**

1. Виберіть один з продуктів (3–6 картоплин або 150 г кукурудзяного борошна) і за необхідності натріть їх на тертці в пластикову миску.
2. Додайте 300 мл води до натертих продуктів у пластиковій мисці та перемішайте скляною паличкою.
3. Покладіть рушник над другою пластиковою мискою, висипте суміш і відіжміть воду (рідину). Зберіть цю рідину в миску та зачекайте, поки на дні осяде осад.
4. Покладіть суміш, котра залишилася, назад у першу миску та повторіть кроки два і три, але використовуючи лише 200 мл води. Зачекайте п'ять хвилин, а потім обережно процідіть рідину. Залиште білий осад на дні миски.
5. Викладіть залишки у форму та поставте в духовку на 180 °C на 20 хвилин.

Після сушіння в посуді залишається тверда білувата речовина – крохмаль.

## Урок 6. Відновлювана сировина – 3

### Виготовлення клею на основі крохмалю

Отримавши крохмаль з картоплі на попередньому уроці, на цьому уроці учні познайомляться з рецептурою та інструкціями для виготовлення простої клейкої речовини. Для початку вони переглянуть короткий телевізійний фільм, що демонструє, як виготовляється клей-олівець Pritt Stick. З фільму учні дізнаються, що клей-олівець містить два основні інгредієнти – крохмаль і мило, а також, що водянисту суміш сировини необхідно нагріти до температури понад 70 °С.

Завдання (робочий зошит 8) передбачає систематичне варіювання базової рецептури з метою визначення кількості сировини, необхідної для отримання клейкої речовини, найбільш схожої на клей-олівець. Це дає учням уявлення про системний підхід, що важливий у роботі дослідників.

#### **Матеріали, необхідні для кожної пари учнів:**

- 10 г (1 столова ложка) кукурудзяного крохмалю
- 10 г (1 столова ложка) мильного порошку або шматочок мила (якщо можливо, без запаху)
- Вода
- Мірний стакан
- Термометр
- Склянка (приблизно 150 мл) або інша ємність, придатна для нагрівання
- Плита для приготування їжі
- Скляна паличка
- Тертка для овочів

#### **Інструкція**

1. Натріть шматок мила на тертці для овочів, поки не отримаєте достатню кількість мильного порошку.
2. У склянці (ємністю 150 мл) якомога ретельніше розчиніть 1 г (¼ чайної ложки) натертого мила в 14 мл (1 столовій ложці) води – в результаті утвориться піна.
3. Додайте 4 г (1 чайну ложку) крохмалю до отриманої піни та добре перемішайте скляною паличкою.
4. Нагрійте суміш на плиті до температури близько 75 °С, періодично помішуючи скляною паличкою.
5. Повторіть кроки 1–4, використовуючи 2 г (½ чайної ложки) і 4 г (1 чайну ложку) мила.

## Урок 7. Захист нашого здоров'я – 1

Останні три уроки присвячені аспекту, який не так очевидно пов'язаний зі сталим розвитком – охороні здоров'я. Заняття слід розпочати з обговорення того, чому сталий розвиток також включає охорону здоров'я. Потім слід звернутися до прикладу здоров'я зубів. Це та сфера, де учні самі можуть захистити своє здоров'я – і таким чином діяти у сталий спосіб.

**Початковий висновок:** сталий розвиток також включає в себе захист здоров'я. ► Належна гігієна зубів захищає наше здоров'я, оскільки погані зуби можуть стати причиною інших захворювань. ► Більше того: здорові зуби привабливі 😊 ► Гігієна зубів захищає наше здоров'я та дарує сліпучу посмішку!

Потім ми детально розглядаємо причини виникнення карієсу. Учні, як правило, мають хибне уявлення про це. Більшість дітей думає, що причиною виникнення карієсу є цукор. Однак, це не зовсім так.

Учням пояснюють, що бактерії «їдять», переробляють цукор – й утворюється нова речовина, яку ми називаємо молочною кислотою. Це метаболізм. Люди теж споживають їжу, перетравлюють її, а непридатні рештки потім виводяться з організму. Бактерії не можна побачити неозброєним оком, але існують таблетки, які зафарбовують ділянки, де вони знаходяться (зубний наліт). (Цей приклад можна продемонструвати.)

Бактерії, що живуть у роті, називаються молочнокислими бактеріями. Назва походить від речовини, яку вони виробляють. Молочна кислота пошкоджує зуби та призводить до появи карієсу.

### Що таке кислота?

Перші декілька дослідів зосереджені на феноменологічному рівні на тому, що таке кислота. Учні знайомляться з індикаторним папером – індикаторними смужками, за допомогою яких вони можуть визначити, чи є рідина кислотою. Поняття кислот і основ на цьому етапі не розглядаємо.

Завдання учнів полягає в тому, щоб за допомогою індикатора дослідити такі рідини: водопровідну воду, домашній оцет, лимонний сік, лимонад і молочну кислоту. Для цього досліді кожній групі потрібен набір пробірок і, в ідеалі, простий індикаторний папір. Результати згодом занотовуємо на дошці.

## Урок 8. Захист нашого здоров'я – 2

На попередньому уроці учні навчилися визначати наявність кислот. Наступним кроком є більш детальне вивчення впливу кислот на речовини, що містять кальцій – адже зуби містять кислоторозчинний кальцій. Заняття слід розпочати з визначення терміну «кальцій». Кальцій міститься, наприклад, у вапні (карбонат кальцію), а також в інших речовинах. Для ілюстрації цього учням демонструють декілька предметів, які містять кальцій: мрамур, крейду, яєчну шкаралупу.

Яєчна шкаралупа використовується нижче як модельна речовина для зубів. Тому термін «модельна речовина» також слід пояснити у вступному обговоренні: модельні речовини – це речовини або матеріали, що використовуються як замітники в дослідженнях, якщо досліді з реальним досліджуваним об'єктом неможливо провести. Пов'язати це з поточною ситуацією: у наступному досліді ви не можете видалити власні зуби, аби дослідити їх у пробірці ;)

Учням пропонується дати відповідь на запитання.

**Як кислота впливає на яєчну шкаралупу?**

### **Матеріали, необхідні для кожної пари учнів**

- Шматок яєчної шкаралупи
- Приблизно 100 мл столового оцту
- Пробірка
- Ваги, які є максимально точними

### **Інструкція**

1. Зважте шкаралупу та запишіть її вагу.
2. Покладіть шматок яєчної шкаралупи в склянку та додайте стільки оцту, аби він повністю покритив шкаралупу. Зачекайте 15 хвилин.
3. Знову зважте шкаралупу.
4. Обчисліть різницю між першим і другим разом, коли ви зважували шкаралупу.  
ПІДКАЗКА: щоб знайти різницю, потрібно відняти одне число від іншого.
5. Запишіть, що кислота робить зі шкаралупою яйця.

Ми також використовуємо простий цифровий мікроскоп, підключений до комп'ютера за допомогою USB-кабелю. Використовуємо його для отримання сильно збільшеного зображення яєчної шкаралупи до і після того, як її було поміщено в оцет.

## Урок 9. Захист нашого здоров'я – 3

Учні побачили, що кислота руйнує яєчну шкаралупу, яка містить кальцій. Під час обговорення в класі результати модельного досліду слід пов'язати з впливом кислот на зуби, що так само містять кальцій. Модельний дослід свідчить про те, що кислоти руйнують зуби та призводять до появи карієсу.

Учні знають, що утворенню карієсу можна запобігти, якщо регулярно чистити зуби зубною пастою. Як діє зубна паста?

Зубна паста містить два важливі компоненти, котрі відповідають за захист наших зубів: по-перше, фтор, який гальмує розвиток карієсу, по-друге, абразивні частинки, які допомагають зубній щітці видаляти з зубів залишки їжі та наліт і таким чином позбавляють бактерії їхнього «джерела їжі». На цьому уроці учні проведуть дослід з обома компонентами.

Перше запитання дослідження:

**Як продемонструвати, що зубна паста захищає зуби від кислоти?**

Перед тим, як учні отримають інструкції для проведення досліду, вони повинні подумати, як можна відповісти на поставлене запитання.

**Матеріали, необхідні для кожної пари учнів:**

- 1 яйце
- Зубна паста
- Склянка/контейнер для яйця
- Столовий оцет

**Інструкція**

1. Розділіть яйце на дві половинки, провівши лінію по центру.
2. Натріть його з одного боку зубною пастою.
3. Налийте приблизно 100 мл оцту в склянку та покладіть туди яйце.
4. Що ви спостерігаєте? Запишіть свої спостереження.

Друге запитання дослідження:

**Які речовини в зубній пасті допомагають видаляти залишки їжі та наліт із зубів?  
Щоб відповісти на нього, перевірте, чи зможете ви почистити монету за допомогою  
зубної пасти, кухонної солі, вапна або мийного засобу.**

**Матеріали, необхідні для кожної групи з чотирьох осіб:**

- 4 монети
- Тонкі ганчірки для чищення
- Зубна паста
- Мийний засіб
- Кухонна сіль
- Вапно (карбонат кальцію)

### **Інструкція**

Працюємо в групах по чотири особи. Кожен учень отримує свій засіб для чищення.

Нанесіть невелику кількість засобу для чищення на ганчірку та потріть монету протягом 10 хвилин.

Порівняйте свою монету з монетами, які почистили ваші сусіди.

Засоби для чищення, що містять абразиви, чистять найефективніше.