дослідія.

ДОВКІЛЛЯ · 6 КЛАС

Поверхневий натяг

СЦЕНАРІЙ ЗІ СЛАЙДІВ · НОТАТКИ ВЧИТЕЛЯ

Довкілля · 6 клас · Слайдів: 18 · Інтерактивних елементів: 8

Чому скріпка не тоне, а вода утворює опуклу краплю на монеті? Проводимо чотири досліди, розглядаємо 3D-взаємодію молекул і пояснюємо прояви поверхневого натягу в житті.

Підготовка

Чиста вода, прозорі посудини, сухі скріпки, серветка, ложка, монета, піпетка, піднос, рослинна олія, кільце та розчин для бульбашок, паличка й мийний засіб. Обладнання підготуйте заздалегідь. Засіб додає вчитель; уникаємо очей, витираємо розливи. Оберіть досліди для фізичного виконання та для показу в моделі відповідно до потреб класу. Без обладнання доступні п’ять 3D-демонстрацій. Спостереження й висновки записуємо в зошит.

Маршрут уроку

01–03 · Спостерігаємо та готуємо дослід — Прогноз за зображенням води на монеті. Матеріали та послідовність роботи зі скріпкою.

04–07 · Скріпка та дія засобу — Порівнюємо способи розміщення скріпки. Відкриваємо результат після відповіді учнів, пояснюємо дію ПАР і вводимо визначення.

08–10 · Вода на монеті та молекули — Додаємо воду, змінюємо умову, формулюємо спільний висновок. Розглядаємо групи молекул на поверхні та всередині.

11–15 · Застосовуємо пояснення — Фотоколаж, бульбашка, вода й олія та три поверхні. Розрізняємо густину, змочування й міжфазний натяг.

16–18 · Перевіряємо й узагальнюємо — Спростовуємо три твердження, формулюємо три висновки та виконуємо самооцінювання.

Навчальні цілі

Сформувати якісне уявлення про поверхневий і міжфазний натяг, їхню молекулярну природу та зв’язок зі змочуванням.

Розвивати дослідницькі вміння: прогнозувати результат, змінювати одну умову, фіксувати спостереження та будувати пояснення.

Формувати вміння застосовувати природничі знання до повсякденних ситуацій, перевіряти твердження та оцінювати власне розуміння.

Очікувані результати навчання

Пояснює поверхневий натяг через взаємодію молекул і прагнення поверхні рідини до найменшої площі за заданого об’єму; наводить власний приклад.

Виконує за інструкцією дослід зі скріпкою або водою на монеті, називає змінну й незмінні умови, дотримується правил безпеки та фіксує результат.

Розділяє спостереження й пояснення впливу мийного засобу; відрізняє реальний дослід від керованої моделі.

Розрізняє межі рідина–газ і рідина–рідина; пояснює шари води й олії незмішуваністю та різницею густин, не підміняючи ними міжфазний натяг.

Обґрунтовано перевіряє три твердження, враховує матеріал і стан поверхні при поясненні змочування та визначає, що потребує повторення.

Цілі та результати конкретизовано для цього уроку на основі теми «Я на морі» модельної програми «Довкілля», 6 клас, с. 24–26. Формулювання адаптовані, не є дослівними цитатами програми.

1. Поверхневий натяг

Запитання: Що ви помітили на зображенні?

Пояснення: Скріпка розташована біля поверхні води; біля дроту помітне викривлення поверхні.

Нотатки для вчителя: Дайте 20–30 секунд на мовчазний розгляд зображення. Учні називають спостереження без пояснення причин. На титулі залишаємо тільки тему. Орієнтир для вчителя: Учень відокремлює видиме від припущень.

Наступний крок: Покажіть воду на монеті й попросіть записати прогноз.

2. Чому вода не стікає з монети?

Роздивіться опуклу поверхню. Що станеться, якщо додати ще води?

Запитання: Чому вода може підніматися над краєм монети?

Пояснення: Поверхневий натяг і взаємодія води з поверхнею монети дозволяють утворитися опуклій краплі.

Нотатки для вчителя: Ілюстрація показує явище, а не виміряний результат. Попросіть описати форму води та зробити прогноз. Орієнтир для вчителя: Прогноз містить зміну умови й очікуваний результат.

Наступний крок: Перейдіть до наступного етапу дослідження.

3. Проведемо дослід

Зафіксуємо етапи роботи.

Матеріали

Прозора склянка з чистою водою, сухі скріпки, тонка серветка, ложка, паличка та мийний засіб.

1. Опустіть скріпку

Відпустіть її над водою без обережного укладання. Спостерігайте, що відбулося.

2. Розмістіть обережно

Візьміть суху скріпку. Покладіть її на воду за допомогою серветки; намоклу серветку занурте ложкою.

3. Зафіксуйте результат

Запишіть, де опинилася скріпка в кожному випадку. Поясніть, чим відрізнялися умови.

Запитання: Що відбулося зі скріпкою за двох способів розміщення?

Пояснення: Відпущена скріпка може зануритися; обережно покладена може втриматися на поверхні.

Нотатки для вчителя: Матеріали розкладіть заздалегідь. Дослід спочатку виконує вчитель. До зміни способу розміщення зберігайте чистоту води й посуду. Мийний засіб додає тільки вчитель, уникайте очей; воду не пити. Орієнтир для вчителя: Зафіксовано два способи розміщення й результати.

Наступний крок: Виконайте ці дії у класі або за допомогою 3D-моделі.

4. Досліджуємо поверхневий натяг

У класі

Покладіть тонку серветку на чисту воду, на неї — суху скріпку. Обережно занурте намоклу серветку ложкою.

Порівняйте

Повторіть зі скріпкою, відпущеною з висоти. Для нового досліду візьміть суху скріпку й чисту воду.

Запитання: Чому та сама скріпка поводиться по-різному?

Пояснення: За обережного розміщення поверхня підтримує скріпку; при падінні вона може пройти крізь поверхню.

Нотатки для вчителя: Учень керує дією, партнер описує спостереження. Перед додаванням засобу запитайте прогноз і не натискайте кнопку до відповіді. Порівняйте вид збоку з фото. Скріпка на фото й у моделі різниться формою — порівнюємо явище. Модель не розраховує сили й не замінює вимірювання. Під час фізичного досліду засіб додає вчитель поруч зі скріпкою, не торкаючись її. Показано один можливий перебіг, не кількісний розрахунок сил. Орієнтир для вчителя: Учень називає змінну й незмінні умови.

Наступний крок: Попросіть розділити спостереження та можливу причину.

5. Що змінила крапля мийного засобу?

Як було

Обережно покладена скріпка трималася на поверхні чистої води.

Що ми побачили

Після додавання мийного засобу скріпка занурилася. Поверхневий натяг зменшився: підтримки поверхні стало недостатньо.

Запитання: Що є спостереженням, а що — поясненням?

Пояснення: Занурення скріпки бачимо; зниження поверхневого натягу — фізичне пояснення цього результату.

Нотатки для вчителя: Спочатку відкрито тільки «Як було». Учні описують стан скріпки до додавання засобу й самостійно називають зміни. Відкрийте результат після відповіді. Розділіть спостереження («скріпка занурилася») та пояснення («поверхневий натяг зменшився»). Якщо реальний результат інший, зафіксуйте його й перевірте чистоту води, посуду та спосіб додавання засобу. Орієнтир для вчителя: Спостереження та пояснення розділено.

Наступний крок: Розгляньте, як діє мийний засіб.

6. Чому мийний засіб зменшує поверхневий натяг?

На поверхні води

Поверхнево-активні речовини мийного засобу накопичуються на межі води й повітря.

Що змінюється?

Вони змінюють взаємодії на цій межі. Для збільшення поверхні потрібно менше роботи — поверхневий натяг знижується.

Запитання: Чому додавання засобу змінює поведінку води?

Пояснення: Поверхнево-активні речовини змінюють взаємодії на межі вода–повітря і зменшують енергію створення поверхні.

Нотатки для вчителя: Введіть скорочення ПАР лише усно за потреби. Частина молекули ПАР взаємодіє з водою, інша уникає контакту з нею. Не казати, що засіб розриває всі зв’язки чи знищує поверхню. Схема — умовна, не масштаб. Орієнтир для вчителя: Пояснення згадує дію ПАР на межі вода–повітря.

Наступний крок: Узагальніть пояснення визначенням.

7. Що таке поверхневий натяг?

Поверхневий натяг — властивість поверхні рідини прагнути до найменшої площі за заданого об’єму внаслідок взаємодії молекул.

Запитання: Як визначення пов’язане з дослідом зі скріпкою?

Пояснення: Взаємодія молекул зумовлює підтримувальну дію поверхні, якої за певних умов вистачає для скріпки.

Нотатки для вчителя: Йдеться про площу поверхні, а не «найменшу форму» чи зменшення об’єму. Вільна маленька крапля за слабкого впливу тяжіння наближається до кулі. На монеті її форму змінюють опора, змочування й тяжіння. Поверхня не є твердою оболонкою: молекули постійно рухаються. Коефіцієнт поверхневого натягу вимірюють у Н/м або Дж/м²; для 6 класу достатньо якісного пояснення. Орієнтир для вчителя: Учень говорить про площу за заданого об’єму.

Наступний крок: Перевірте прояв явища на монеті.

8. Скільки води поміститься на монеті?

Проведення досліду

Додавайте воду по краплі. Спостерігайте за опуклою поверхнею та розтіканням.

Зміна умови

Почніть знову, додайте воду, потім — мийний засіб. Порівняйте результат.

Запитання: Як змінюється форма води перед переливанням?

Пояснення: Утворюється опукла крапля; зі збільшенням об’єму вода зрештою переливається.

Нотатки для вчителя: П’ята умовна крапля запускає розтікання у моделі. Реальний поріг не фіксований: залежить від монети, піпетки, чистоти та змочування. Не просимо два повтори або малюнок. Кількість натискань не є вимірюванням. Орієнтир для вчителя: Число п’ять із моделі не переноситься на будь-яку монету.

Наступний крок: Зіставте два спостереження та сформулюйте спільну властивість.

9. Що спільного у двох дослідах?

Я бачив / бачила, що…

Запишіть, як поводилася вода біля скріпки та на монеті.

Мій висновок…

Поясніть спільну властивість поверхні води та вплив мийного засобу.

Запитання: Який висновок підтримують ваші спостереження?

Пояснення: Поверхневий натяг впливає на поведінку поверхні; мийний засіб його знижує.

Нотатки для вчителя: Учні формулюють власне спостереження; для роботи з моделлю позначають її використання. Орієнтир для вчителя: Висновок спирається на обидва досліди.

Наступний крок: Розгляньте молекулярну модель.

10. Взаємодія молекул

Подивіться на взаємодію молекул на поверхні рідини та всередині рідини.

На поверхні

З боку повітря немає такого самого оточення молекулами води.

Усередині

Молекули води взаємодіють із сусідами з різних боків.

Запитання: Що зумовлює поверхневий натяг?

Пояснення: Взаємодія молекул та відмінність умов на межі середовищ.

Нотатки для вчителя: Оберіть «На поверхні»: залишаються виділена молекула та сусіди на поверхні й під нею. Сусіди знизу необхідні для пояснення; зверху немає такого самого оточення молекулами води. «Усередині рідини»: показана лише внутрішня група із сусідами з різних боків. Пунктир позначає мінливі взаємодії, не тверді перемички чи виміряні сили. Вигин води біля скла — меніск: він залежить також від взаємодії води зі склом. Це не окрема оболонка. Пляшка та молекули показані в різних масштабах; рух не є розрахунком молекулярної динаміки. Орієнтир для вчителя: Учень пояснює різницю молекулярного оточення.

Наступний крок: Знайдіть прояви явища в житті.

11. Де ми бачимо поверхневий натяг?

Знайдіть спільне у трьох спостереженнях.

Запитання: Який приклад ви можете навести зі свого досвіду?

Пояснення: Прийнятний приклад із поясненням ролі поверхні, наприклад крапля на листку.

Нотатки для вчителя: Зазначте, що у водомірки важливі також незмочувані ніжки й розподіл ваги. Не переносити пояснення на будь-який предмет. Орієнтир для вчителя: До фото додано причинне пояснення.

Наступний крок: Дослідіть утворення бульбашки.

12. Як утворюється мильна бульбашка?

Спрогнозуйте форму вільної бульбашки та перевірте.

У класі

Занурте кільце у готовий розчин для бульбашок. Плавно проведіть ним у повітрі або обережно подуйте, не торкаючись ротом.

Порівняйте

Поспостерігайте за формою вільної бульбашки. У кільці з чистою водою плівка значно менш стійка.

Запитання: Чому засіб допомагає утворити бульбашку, хоча знижує натяг?

Пояснення: Він полегшує розтягування та допомагає стабілізувати тонку водяну плівку.

Нотатки для вчителя: Не втягувати розчин ротом, уникати очей, витерти підлогу. Поверхнево-активна речовина зменшує натяг і стабілізує тонку плівку; вона не збільшує натяг. Орієнтир для вчителя: Кулястість пов’язано з найменшою площею за заданого об’єму.

Наступний крок: Перевірте межі пояснення на прикладі води й олії.

13. Умови виникнення поверхневого натягу

Рідина — газ

Потрібна межа між рідиною та газом. Наприклад, поверхня води, що контактує з повітрям. Взаємодії молекул на межі відрізняються від взаємодій усередині води.

Рідина — рідина

Потрібна межа між двома рідкими фазами. Вода й олія майже не змішуються, тому між ними є межа з міжфазним натягом. Самої різниці густин недостатньо.

Запитання: Чому важливо, чи змішуються рідини?

Пояснення: Для міжфазної межі вода–олія мають існувати дві окремі рідкі фази.

Нотатки для вчителя: Не будь-які дві рідини зберігають межу: вода й спирт змішуються. Для змішуваних рідин після утворення однорідного розчину така стійка межа зникає. Не стверджувати, що натяг виникає тільки при перемішуванні. Орієнтир для вчителя: Учень розрізняє межі рідина–газ і рідина–рідина.

Наступний крок: Спостерігайте за водою та олією.

14. Міжфазний натяг: вода й олія

Змішаємо воду й олію — дві рідини з різною густиною, які майже не змішуються. Простежимо, що відбудеться.

У класі

У прозору посудину з водою додайте трохи рослинної олії. Перемішайте ложкою та дайте відстоятися.

Поясніть

Олія й вода майже не змішуються. Рослинна олія менш густа за воду, тому збирається зверху.

Запитання: Чому олія утворює верхній шар?

Пояснення: Через меншу густину; окремі шари зберігаються через незмішуваність.

Нотатки для вчителя: Показано механічне перемішування ложкою, рух окремих крапель і відстоювання. Округлі краплі та їх злиття пов’язані з міжфазним натягом. Олія зверху через меншу густину, окремі фази — через незмішуваність. Відстоювання не доводить зниження натягу; без вимірювання не робіть такого висновку. Орієнтир для вчителя: Густина пояснює верхній шар, незмішуваність — дві фази.

Наступний крок: Перенесіть пояснення на побутову ситуацію.

15. Вода на різних поверхнях

Восковий покрив листка · чисте скло · шорсткий асфальт

Чому на листку краплі?

Багато листків мають восковий покрив, який погано змочується водою. На чистому склі вода зазвичай розтікається сильніше.

Гладка чи шорстка?

На асфальті вода заповнює нерівності; бітумне покриття може сприяти утворенню крапель. Шорсткість сама по собі не визначає змочування.

Запитання: Чому не можна пояснити форму краплі на опорі лише поверхневим натягом?

Пояснення: Треба врахувати змочування: взаємодію води з опорою, а також тяжіння.

Нотатки для вчителя: Не всі листки однакові. Не давати правила «шорстка — краплі, гладка — розтікання»: шорсткість може підсилювати різну поведінку залежно від матеріалу. Чесне порівняння — однаковий матеріал і чистота, різна шорсткість. Порівняння трьох матеріалів не доводить окремий вплив шорсткості. Зображення показують можливу форму крапель, не виміряні контактні кути. Орієнтир для вчителя: Пояснення враховує матеріал і стан поверхні.

Наступний крок: Дайте учням знайти помилку в чужому поясненні.

16. Перевірте коректність тверджень

Поясніть, чому погоджуєтеся або не погоджуєтеся.

«Мийний засіб збільшує поверхневий натяг води»

Ні. Поверхнево-активні речовини змінюють взаємодії на межі вода–повітря та знижують поверхневий натяг.

«Будь-яка шорстка поверхня відштовхує воду»

Ні. Важливі матеріал, покриття та чистота. Шорсткість може підсилювати як змочування, так і незмочування.

«Після перемішування води й олії та відстоювання міжфазний натяг зменшується»

Ні, це не випливає зі спостереження. При злитті крапель зменшується площа межі. Це не доводить зменшення коефіцієнта міжфазного натягу.

Запитання: Який доказ або перевірку ви запропонуєте до одного з тверджень?

Пояснення: ПАР знижують натяг; шорсткість не є єдиним чинником змочування; площа межі та коефіцієнт натягу — різні величини.

Нотатки для вчителя: Спочатку індивідуальна відповідь, потім обговорення в парі. Попросіть назвати конкретну дію/спостереження, яке спростовує твердження. Оцінюйте пояснення, а не лише «так/ні». Орієнтир для вчителя: До заперечень наведено фізичні пояснення.

Наступний крок: Зберіть короткий особистий висновок за трьома критеріями.

17. Що ми сьогодні дізналися?

Що це

Молекули взаємодіють. Поверхня рідини прагне до найменшої площі за заданого об’єму.

Де виникає

На межі рідини й газу; між двома окремими рідкими фазами діє міжфазний натяг.

Як застосовуємо

Пояснюємо форму крапель і бульбашок. Змінюємо змочування за допомогою мийного засобу.

Запитання: Що тепер ви можете пояснити?

Пояснення: Власний коректний приклад із причинним поясненням.

Нотатки для вчителя: Попросіть підкріпити один пункт конкретним прикладом уроку. Орієнтир для вчителя: Підсумок містить визначення, умови та застосування.

Наступний крок: Оцініть себе.

18. Оціни себе

1 — потребую допомоги · 5 — можу пояснити самостійно

Я розумію, що таке поверхневий натяг.

Я можу застосувати знання в реальній ситуації.

Я помічаю прояви поверхневого натягу й наводжу приклади.

Я можу пояснити кулясту форму мильної бульбашки.

Запитання: Який пункт варто повторити і який приклад підтверджує вашу оцінку?

Пояснення: Індивідуальна рефлексія, без єдиного правильного балу.

Нотатки для вчителя: Самооцінка не є перевіреною оцінкою знань. Учні називають приклад до своєї оцінки. На спільному екрані це демонстраційний вибір, не збір персональних відповідей класу. PDF-звіти залишаються окремою майбутньою функцією. Орієнтир для вчителя: Самооцінку не перетворюємо на бал за правильність.

Наступний крок: Поверніться до пункту, який потребує пояснення.

Джерела

Краплі на листку · USGS

https://www.usgs.gov/media/images/water-droplets-a-leaf

Навчальна схема · мийний засіб на поверхні води

/assets/surfactant.svg

Теоретична довідка · OpenStax, Cohesion and Adhesion

https://openstax.org/books/college-physics-2e/pages/11-8-cohesion-and-adhesion-in-liquids-surface-tension-and-capillary-action

Навчальна схема · змочування

/assets/wetting-comparison.svg

Реальна фотографія скріпки · USGS

https://www.usgs.gov/media/images/paper-clip-can-float-water-due-high-surface-tension-water

Мильні бульбашки · Exploratorium

https://annex.exploratorium.edu/ronh/bubbles/soap.html

Густина рідин · ACS

https://www.acs.org/middleschoolchemistry/lessonplans/chapter3/lesson5.html

Ілюстрація води на монеті

/assets/slides/coin-water.png

Зображення першого слайда · скріпка на воді

/assets/slides/paperclip-water.png

Програма МОН · «Довкілля. 5–6 класи»

https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2021/14.07/Model.navch.prohr.5-9.klas.NUSH-poetap.z.2022/Prirod.osv.galuz/Dovkillya.5-6%20kl.intehr.kurs-Hryhorovych.17.12.pdf#page=24

Підручник · «Довкілля», 6 клас

https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/6-kl-23/pr-galuz/DOVKIL_1.PDF

Матеріали видавця до підручника

https://ua.izzi.digital/DOS/503980/503982.html

Досліди та пояснення · ACS, Surface Tension

https://www.acs.org/middleschoolchemistry/lessonplans/chapter5/lesson2.html

Наукова довідка · USGS, Surface Tension and Water

https://www.usgs.gov/water-science-school/science/surface-tension-and-water

Фотографія водомірки · Richard Bartz

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water_strider_Gerris_lacustris.jpg

Навчальна схема · молекули води

/assets/surface-tension.svg