

## Moduł – Kleje

### Materiały dla nauczycieli

Materiały dydaktyczne powstałe na podstawie tygodniowego kursu badawczego, przeznaczonego dla uczniów szkół podstawowych. Kurs ten stanowi część inicjatywy edukacyjnej „Forscherwelt”, znanej w Polsce pod nazwą *Świat młodych badaczy*.

Koncepcja oraz scenariusze zajęć zostały opracowane pod kierunkiem prof. dr Katrin Sommer, kierownik Zakładu Dydaktyki Chemii na Uniwersytecie Ruhry w Bochum w Niemczech, przy wsparciu ekspertów firmy Henkel.

Eksperymenty są przeznaczone dla uczniów szkół podstawowych na poziomie klasy trzeciej i czwartej.

## Moduł – Kleje

Materiał obejmuje około 8-9 dwulekcyjnych bloków zajęć.

### **Wprowadzenie**

Kleje i technologie klejenia od dawna są wykorzystywane zarówno w życiu codziennym, jak i w przemysłowych procesach produkcyjnych. Produkty klejące obejmują zarówno proste kleje do użytku domowego, jak i przemysłowe superkleje, które można stosować do sklejania całych skrzydeł samolotu.

Ten moduł ma na celu wprowadzenie dzieci w świat klejów. Po pierwsze, uzyskają one wstępny wgląd w szeroką gamę klejów i ich zastosowań. Po drugie, na przykładzie znanego im kleju nauczą się, w jaki sposób i z czego produkuje się kleje. Moduł ten pozwala również na znalezienie odpowiedzi na fundamentalne pytanie: dlaczego klej się klei?

### **Tematy w tym module**

- |           |  |
|-----------|--|
| Lekcja 1  | Różne rodzaje klejów   |
| Lekcja 2  | Surowce naturalne do klejów  |
| Lekcja 3  | Wykrywanie skrobi  |
| Lekcja 4  | Pozyskiwanie skrobi z żywności   |
| Lekcja 5  | a) Otrzymywanie pasty skrobiowej<br>b) Porównanie klejów w sztyfcie z pastą skrobiową                  |
| Lekcja 6  | a) Pasta skrobiowa zawierająca mydło jako wzmocnienie strukturalne<br>b) Otrzymywanie pasków testowych |
| Lekcja 7  | a) Otrzymywanie klejów z żywności (klej z żelków i inne)<br>b) Otrzymywanie pasków testowych           |
| Lekcja 8  | Metoda badania klejów: opracowanie i budowa domowej aparatury badawczej                                |
| [Lekcja 9 | Rozmowa z ekspertem]   |

## Lekcja 1: Różne rodzaje klejów

Dzieci często znają jedynie klej biurowy. Nie można go jednak wykorzystywać do klejenia wszystkiego. W związku z tym dostępna jest bardzo szeroka oferta klejów.

Pierwsze kilka eksperymentów ma na celu uświadomienie uczniom różnorodności dostępnych klejów. W tym celu dzieci otrzymają zadania, do których będą musieli znaleźć odpowiednie kleje. Na końcu będą musieli dopasować odpowiednie kleje do różnych materiałów i zastosowań.

Potrzebne materiały:

Przykłady zadań (możliwość zaproponowania przez uczniów)

- Odzież (spodnie) z dziurami, na które uczniowie mają przykleić łąty
- Arkusze papieru, notesy lub albumy do których uczniowie mają wkleić zdjęcia
- Dziurawa opona rowerowa, ewentualnie obuwie z odklejonymi podeszwami
- Listwy lub inne kawałki drewna, które należy skleić

Odpowiednie kleje specjalne (techniczne), umieszczone w nieopisanych butelkach, tak aby uczniowie nie mogli zidentyfikować kleju na podstawie etykiety, na przykład:

- Klej do drewna (np. Wikol)
- Klej do papieru
- Klej do tkanin
- Klej kontaktowy do gumy (ewentualnie uniwersalny klej montażowy)



Najlepiej, aby uczniowie pracowali w grupach czteroosobowych. Każda czwórka otrzyma zestaw czterech zadań i każdy rodzaj kleju. W zależności od liczebności klasy i liczby grup, może zaistnieć potrzeba dostosowania liczby zadań i klejów. Poniżej przykładowa tabela:

Materiał	Klej			
	1	2	3	4
Drewno				
Tkanina				
Zdjęcie/papier				
Guma				

Dwoje uczniów w każdej grupie powinno skupić się na dwóch zadaniach. Sklejone za pomocą odpowiedniego kleju materiały należy umieścić w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 50°C i wygrzewać przez 20 minut. (Można również wykorzystać piekarnik lub wybrać dłuższy czas schnięcia.)

Podczas oceny działania kleju, uczniowie zapoznają się z systemem oceny klejów z wykorzystaniem buziek. Mamy trzy oceny: uśmiechnięta buźka, buźka z neutralną miną oraz smutna buźka.

Uczniowie mogą również wymyślić własny system oceny. Po zebraniu wyników z całej klasy zauważą, że zastosowanie różnych systemów oceny utrudnia porównanie wyników. Można to wykorzystać jako punkt wyjścia do dyskusji na temat tego, dlaczego w wielu dziedzinach ustala się jednolite normy i jednostki miary, zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym.



	KLEBER 1	KLEBER 2	KLEBER 3	KLEBER 4
DAVID & LUCIE	☺	☹	☺	☹
MIGUEL & TIH	☺	☹	☺	☹
MAX & TOMINO	☺	☹	☺	☹
EINGEBUNG	☺	☹	☺	☹
Holz			☺	☹

Podczas pierwszych (dwulekcyjnych) zajęć uczniowie nauczą się, jakie materiały można sklejać za pomocą których klejów. Odkryją również, że wytrzymałość sklejonych powierzchni zależy od jego prawidłowego zastosowania kleju.

Przed następnymi zajęciami zrób zdjęcie tablicy z wynikami.

## Lekcja 2: Surowce naturalne do klejów

### **Część 1: Przyporządkowanie klejów z lekcji 1**

Na początku drugich zajęć, zaleca się przypomnienie uczniom dyskusji oraz oceny wyników z lekcji 1. Anonimowe kleje należy przyporządkować do odpowiednich kategorii. Uczniowie powinni w tym celu wykorzystać wyniki uzyskane w przeprowadzonych badaniach, uzasadniając swoje wybory. Na końcu należy wyjawiać, który klej odpowiada któremu numerowi. Może się okazać, że wyniki testów klejów nie są tak dobre, jak powinny. Sprzeczne wyniki można wytłumaczyć faktem, że kleje należy stosować na różne sposoby, aby skutecznie wydobyć ich kleistość. Można wspólnie z uczniami zapoznać się z instrukcjami podanymi na oryginalnym opakowaniu i porównać je z zastosowanymi przez uczniów metodami.

### **Część 2: „Co się klei, a co nie”**

W kolejnych kilku lekcjach skoncentrujemy się na konkretnym kleju – kleju w sztyfcie (marki Pritt). Celem lekcji będzie przeprowadzenie eksperymentów przedstawiających cały proces otrzymywania kleju, od surowców i składników substancji tworzącej klej, po gotowy klej w sztyfcie.

Pierwsze pytanie do uczniów brzmi: z czego możemy zrobić klej? Uczniowie wiedzą z codziennego życia, że ich ręce kleją się po zjedzeniu czegoś słodkiego. W kuchni znajduje się mnóstwo substancji, które – często przypadkowo – kleją się do wszystkiego. Przykładem takiej substancji jest budyń w proszku.

Tę obserwację można wykorzystać jako wprowadzenie do wstępnego eksperymentu z udziałem substancji, którą można znaleźć zarówno w kuchni, jak i w procesie produkcji kleju – czyli skrobi.

Podczas badania wstępnego, uczniowie otrzymają do zbadania cztery proszki o podobnym wyglądzie. Proszkom przydziela się numery – uczniowie nie wiedzą, jakie substancje kryją poszczególne liczby. Ich zadaniem jest zbadanie, które proszki można mieszać z wodą w celu wytworzenia klejącej substancji, która sprawdziłaby się jako surowiec do produkcji kleju. Uczniowie mogą pocierać mieszaniny palcami, aby sprawdzić, czy jest lepka, czy nie.

Materiały potrzebne każdej czteroosobowej grupie:

- 4 małe pojemniki na próbki proszków, np. małe zlewki
- Flamaster do pisania na zlewkach
- 1 kubek wody
- 2–4 pipety Pasteura/zakraplacze
- 4 szkiełka zegarkowe lub małe szklane spodki, lub ewentualnie 4 zakrętki do słoików
- Papier do badań (opcjonalnie)
- Cukier, proszek do pieczenia, sól, skrobia kukurydziana lub podobne próbki

Jest wysoce prawdopodobne, że uczniowie odkryją, że mieszanina składająca się z wody i skrobi kukurydzianej jest najbardziej kleista.

## Lekcja 3: Wykrywanie skrobi

Podczas poprzedniej lekcji uczniowie odkryli, że skrobia zmieszana z wodą tworzy lepką substancję. Skrobia jest naturalnym surowcem. Ale skąd pochodzi? Jak można uzyskać skrobię? Czym jest skrobia?

Podczas tej lekcji uczniowie nauczą się, jak wykorzystać roztwór jodu w jodku potasu (płyn Lugola) do wykrywania obecności skrobi. Ta reakcja charakterystyczna jest jednym z narzędzi stosowanych przez naukowców.

Potrzebne będzie zarówno dodatnia próba kontrolna – próbka zawierająca skrobię kukurydzianą, jak i próba ujemna – próbka zawierająca substancję wyglądem podobną do skrobi kukurydzianej (np. sproszkowany węglan wapnia). To doświadczenie potwierdzi skuteczność metody wykrywania.

W kolejnym etapie uczniowie otrzymają różne produkty spożywcze, które mogą zawierać skrobię, np. ziemniaki, ogórek, mleko, rozkruszone ziarna ryżu lub ziarna kukurydzy.

Przed rozpoczęciem doświadczenia uczniowie powinni najpierw zastanowić się, które produkty spożywcze mogą zawierać skrobię. Następnie sprawdzą swoje przypuszczenia z wykorzystaniem metody wykrywania, o której właśnie się dowiedzieli, i zanotują swoje wyniki.

Potrzebne materiały:

- Płyn Lugola (roztwór jodu w jodku potasu)
- Pipety Pasteura/zakraplacze
- Probówki i szkiełka zegarkowe, w których badane substancje można dobrze zmieszać z płynem Lugola
- Skrobia kukurydziana i sproszkowany węglan wapnia do użycia w próbach kontrolnych
- Produkty spożywcze zawierające skrobię, takie jak ziemniaki, namoczone ziarna pszenicy i ryżu, kukurydza konserwowa, mąka kukurydziana
- Produkty spożywcze niezawierające skrobi, np. ogórek

Aby sprawdzić obecność skrobi, należy umieścić badaną substancję (proszek) w probówce z niewielką ilością wody i dodać kilka kropel płynu Lugola. Jeżeli skrobia jest obecna, substancja zmieni kolor na granatowy/fioletowy lub czarny.

Ziarna dobrze jest rozetrzeć lub rozgnieść przed przystąpieniem do badania. Ziemniaki i ogórki można pokroić na plastry. Krople płynu Lugola należy nanieść bezpośrednio na tak przygotowane produkty spożywcze.

## Lekcja 4: Pozyskiwanie skrobi z żywności

Po rozpoznaniu przez uczniów produktów spożywczych zawierających skrobię (ziemniaki, ryż, kukurydza) można przejść do kolejnego etapu, w którym oddzielą oni skrobię od produktu. Na tym etapie uczniowie również pracują w parach lub grupach czteroosobowych.

Lekcję można rozpocząć od dyskusji na temat tego, w jaki sposób pozyskać skrobię z żywności.

Pomocnym punktem wyjścia może być stwierdzenie, że woda stanie się mętna, jeśli na kilka godzin wrzuci się do niej produkt spożywczy zawierający skrobię. Zjawisko to można dobrze zaobserwować, gdy ryż moczy się w wodzie. Mętność oznacza, że jakaś część żywności „przeniknęła” do wody. Dobrze jest wcześniej przygotować próbkę ilustrującą to zjawisko.

Gdy uczniowie zdadzą sobie sprawę, że do pozyskania skrobi z żywności można wykorzystać wodę, można przejść do właściwej części eksperymentu.

Materiały potrzebne każdej grupie:

- 3–6 ziemniaków
- 150 g mąki kukurydzianej
- Stare ściereczki do naczyń
- 4 średniej wielkości plastikowe miseczki
- 1–2 tarki kuchenne
- 2 parownice lub naczynia żaroodporne
- Kubek z miarką
- Woda

Instrukcje doświadczenia dla uczniów:

1. Wybierz jeden produkt spożywczy: 3–6 ziemniaków lub 150 g mąki kukurydzianej (ziemniaki należy zetrzeć na tarce). Produkt umieszczamy w plastikowej miseczce.
2. Dodaj 300 ml wody do miseczki i wymieszaj.
3. Przykryj ściereczką do naczyń drugą plastikową miseczkę, wlej mieszaninę i odcisnij płyn.
4. Pozostałość przełóż z powrotem do pierwszej miski i powtórz kroki 2 i 3, jednak tym razem dodaj 200 ml wody.
5. Zbierz cały płyn w miseczce i poczekaj ok. 5 minut, aż osad osiądzie na jej dnie. Zlej wodę znad osadu, białe resztki (osad) powinny pozostać na dnie miseczki.
6. Przełóż osad do żaroodpornego naczynia i umieść je w piecu (lub piekarniku) w temperaturze 180°C. Wygrzewaj przez 20 minut.



W doświadczeniu przydatny jest piec/piekarnik, w którym można suszyć ekstrakt ze skrobi. Skrobię najłatwiej pozyskać z ziemniaków, które mogą być obrane lub pozostawione w skórce. Po wysuszeniu na dnie naczynia pozostanie twarda, biaława substancja, czyli skrobia.

## Lekcja 5: Otrzymywanie pasty skrobiowej

### Część 1: Pasta skrobiowa

Podczas badania wstępnego uczniowie odkryli, że w wyniku zmieszania skrobi z zimną wodą powstaje lepka substancja. Jednak substancja ta nie nadaje się do zastosowania jako klej. Z mieszanką wcześniej musi zadziać się coś jeszcze.

Pierwszym zadaniem zatem będzie zebranie pomysłów na to, w jaki sposób sprawić, by mieszanka skrobi z wodą stała się bardziej kleista. Pomocne może być doświadczenie, które uczniowie zdobyli w kuchni podczas gotowania i pieczenia, np. w trakcie przygotowywania polewy do ciasta.

Gdy uczniowie wpadną na właściwy trop, można przedstawić instrukcje przygotowania pasty skrobiowej. Uczniowie wykonają pastę z użyciem uzyskanej wcześniej skrobi. Wykorzystają kleistą pastę do wklejenia instrukcji doświadczenia do swoich zeszytów.

Materiały potrzebne każdej grupie:

- Skrobia pozyskana przez uczniów lub skrobia kukurydziana ze sklepu
- 1–2 małe zlewki (pojemność ok. 50 ml)
- Płyta grzejna lub kuchenka elektryczna
- 1–2 bagietki (pręciki szklane) lub łyżki do mieszania
- 1 termometr

Aby wytworzyć pastę skrobiową, należy wymieszać 1 g ( $\frac{1}{4}$  łyżeczki) skrobi z 5 ml (1 łyżeczka) wody i ogrzewać w temperaturze ok. 75°C na płycie grzewczej do momentu, aż mieszanina zacznie się przyklejać do pręcika szklanego lub łyżki. Skrobia pęcznieje po podgrzaniu. Wzrost objętości spowodowany jest tym, że rozpuszczalnik (woda) wiąże się kapilarnie ze skrobią, a następnie odparowuje.

Przykłady z życia codziennego to m.in. przyrządzanie budyniu czy zagęszczanie sosów. Jeśli w poprzedniej części doświadczenia pozyskano zbyt małą ilość skrobi, uczniowie skorzystają ze skrobi kukurydzianej.

### Część 2: Porównanie klejów w sztyfcie z pastą skrobiową

Porównując właściwości pasty skrobiowej z właściwościami kleju w sztyfcie, uczniowie zauważą zarówno podobieństwa, jak i różnice. Na przykład domowa pasta ma konsystencję miodu, podczas gdy klej w sztyfcie ma konsystencję stałą. Ponadto, gdy dochodzi do rozpuszczania się substancji z kleju w sztyfcie w wodzie (wspomagane gostrząsaniem), występuje szczególne zjawisko: mieszanka zaczyna się pieniać. Jest to

zjawisko, które uczniowie znają z codziennego mycia rąk z użyciem mydła. Niech dla porównania uczniowie spróbują rozpuścić przygotowaną pastę skrobiową w wodzie, wstrząsając nią. Klej w sztyfcie faktycznie zawiera niewielką dawkę mydła w celu poprawy jego konsystencji. Zapach: te dwie substancje różnią się między sobą również pod względem zapachu. Pasta skrobiowa ma zapach podobny do ugotowanego makaronu, podczas gdy klej w sztyfcie jest aromatyzowany, a zatem pachnie sztucznie.

Kolejnym krokiem jest powtórzenie etapów otrzymywania pasty skrobiowej, ale tym razem z dodaniem do niej kawałków startego mydła. Tym zajmiemy się na kolejnej lekcji.

## Lekcja 6: Pasta skrobiowa zawierająca mydło jako wzmocnienie strukturalne

### **Pasta skrobiowa zawierająca mydło**

Uczniowie spróbują teraz zrobić pastę skrobiową, wykorzystując różne proporcje mydła, by odkryć, że dodanie do mieszanki mydła wpływa na jej właściwości. Na przykład, po dodaniu 1 lub 2 g ( $\frac{1}{4}$  lub  $\frac{1}{2}$  łyżeczki) mydła mieszanka nabiera konsystencji kremu do twarzy; dodanie 3 g ( $\frac{3}{4}$  łyżeczki) mydła sprawia, że produkt staje się bardziej stały – konsystencją przypominając maść. Natomiast dodanie 4 g (1 łyżeczka) mydła sprawia, że produkt zaczyna się kleić, rozciągając się między palcami.

Materiały potrzebne każdej grupie:

- Skrobia pozyskana przez uczniów lub skrobia kukurydziana ze sklepu
- 1 kostka mydła, najlepiej mydła szarego (niearomatyzowanego)
- 1–2 zlewki o pojemności ok. 150 ml
- Płyta grzejna lub kuchenka elektryczna
- 1–2 bagietki (pręciki szklane) lub łyżki do mieszania
- 1 termometr
- Cylinder miarowy
- Blok techniczny, cienka tektura lub inny mocny papier do wycięcia pasków testowych

Instrukcje doświadczenia dla uczniów:

1. Zetrzyj mniej więcej jedną czwartą kostki mydła na tarce.
2. W zlewce o pojemności 150 ml umieść 14 ml wody odmierzonej cylindrem, dodaj 1 g ( $\frac{1}{4}$  łyżeczki) startego mydła. Wymieszaj do rozpuszczenia. Podczas mieszania będzie powstawała piana.
3. Do uzyskanej mieszaniny dodaj 4 g (1 łyżeczkę) skrobi i wymieszaj dokładnie za pomocą szklanego pręcika.
4. Podgrzej mieszaninę na płycie grzewczej do temperatury ok. 75°C, co jakiś czas mieszaj zawartość zlewki za pomocą szklanego pręcika.
5. Powtórz etapy 2 i 4, wykorzystując 2 g ( $\frac{1}{2}$  łyżeczki), 3 g ( $\frac{3}{4}$  łyżeczki) lub 4 g (1 łyżeczka) mydła. Czy takie działanie zmienia właściwości substancji klejącej?

## Lekcja 7: Otrzymywanie klejów z żywności

### Część 1: Klej z żelków i inne

Na tej lekcji uczniowie przeprowadzą eksperyment, z którego dowiedzą się, że produkty codziennego użytku – w szczególności żywność i napoje – mogą posłużyć do zademonstrowania zjawiska „sklejania”. Celem lekcji jest samodzielne przygotowanie przez uczniów klejów z wykorzystaniem żywności. Uczniowie powinni mieć do dyspozycji produkty spożywcze, takie jak żelki, budyń w proszku, cienkie miętowe czekoladki oraz sok z marchwi. Uczniowie wiedzą już, jak zrobić pastę skrobiową z ziemniaków i tę umiejętność mogą teraz wykorzystać na przykładzie budyniu w proszku. Co więcej, z życia codziennego uczniowie wiedzą, kiedy żywność staje się kleista – na przykład czekolada topiąca się pod wpływem promieni słonecznych. Zjawisko to można przenieść na żelki i czekoladę, które po podgrzaniu nabiorą cech „klejów”.

Potrzebne materiały:

- Produkty spożywcze, które stają się kleiste po podgrzaniu: czekolada, żelki lub sok z marchwi
- 1–2 zlewki o pojemności ok. 200 ml
- Patelnia
- Płyta grzejna lub kuchenka elektryczna
- 1–2 bagietki (pręciki szklane) lub łyżki do mieszania
- Blok techniczny, cienka tektura lub inny mocny papier do wycięcia pasków testowych

### Pomoce naukowe:

Klej z żelków

- Kiedy zauważyłeś/-aś, że żelki stają się kleiste?
- W jaki sposób moglibyśmy zmienić żelki w ciecz?
- Podgrzej 50 żelków na patelni do momentu, aż się całkowicie roztopią. Dodaj trochę wody do roztopionych żelków, by łatwiej je było rozsmarować.

Klej z czekolady

- Co musi się stać, by czekolada się roztopiła? Roztop czekoladę.
- Pogrzej 100 g czekolady na patelni do momentu, aż się roztopi. Stopniowo dolewaj po 10 ml (2 łyżki) wody do czekolady gdy będzie się chłodzić, aby masa pozostała jednolita i gładka.

#### Klej z marchewki

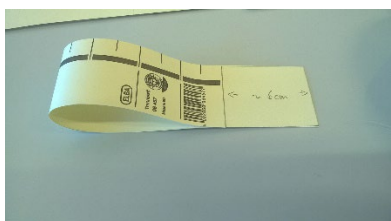
- Marchew zawiera cukier.
- Zastanów się, co zrobić, by sok z marchwi stał się kleisty.
- Podgrzewaj 100 ml soku z marchwi na patelni umieszczonej na płycie grzewczej, ogrzewaj na najwyższej mocy do momentu, aż powstanie kleista masa.

#### Klej z cienkich miętowych czekoladek

- Co musi się stać, by czekolada się roztopiła? Roztop czekoladę.
- Podgrzej 100 g cienkich miętowych czekoladek na patelni do momentu, aż się roztopią. Stopniowo dolewaj 10 ml (2 łyżki) wody do mieszanki gdy będzie się chłodzić, aby masa pozostała jednolita i gładka.

### **Część 2: Produkcja pasków testowych**

Uczniowie w końcu mogą samodzielnie sprawdzić – na wzór prawdziwych producentów – jak wytrzymałe są wytworzone przez nich kleje. W ramach przygotowania uczniowie powinni wykonać paski testowe pod koniec lekcji.

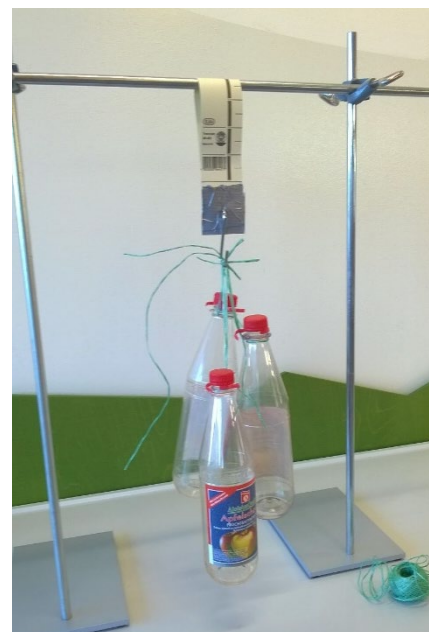
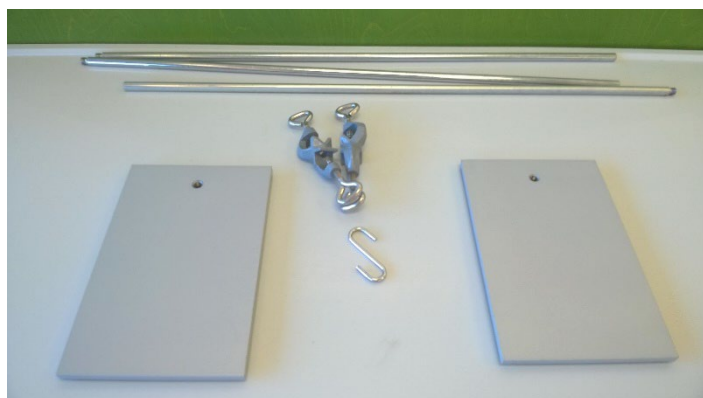


## Lekcja 8: Metoda badania klejów

Wreszcie nadszedł moment, w którym uczniowie mogą porównać wytrzymałość zrobionych przez siebie klejów z fabrycznym klejem w sztyfcie. W tym celu uczniowie opracują metody badawcze, w tym instrukcje przeprowadzenia testów – mogą popuścić wodze wyobraźni.

Podstawową zasadą tych metod badawczych jest to, że materiał (w szczególności paski papieru) połączony ze sobą przy użyciu kleju przygotowanego przez uczniów lub kleju fabrycznego jest poddawany naprężeniu mechanicznemu w formie obciążenia do momentu rozerwania się materiału (przerwania klejonego połączenia). Należy odnotować maksymalną nośność klejonego materiału. W tym celu porównane zostaną oba kleje, z uwzględnieniem całego cyklu „od surowca do kleju w sztyfcie”.

Przykład domowej aparatury badawczej:



Może się zdarzyć, że zanim dojdzie do przerwania klejonego połączenia, uszkodzeniu ulegną same paski. Jest to znak, że klej nadaje się do danego zastosowania, czyli sklejanie papieru.