

Nauka i technologia dla żywności

## Projekt badawczy

**Temat:** Fizyka w kuchni

### Wprowadzenie:

Kuchnia i łazienka są tymi częściami mieszkania, które można by nazwać „domowym laboratorium”. Tu można mieć kontakt z różnymi substancjami o ciekawych własnościach mając jednocześnie możliwości eksperymentowania z nimi. Tymi substancjami są ciecze o różnych cechach fizycznych (np. woda, oleje, majonez, ketchup, miód) oraz substancje sypkie (np. mąki, kasze, groch). Projekt ma na celu pobudzenie w uczniu ciekawości wobec otaczającego go świata fizycznego i zachęcenie do eksperymentowania. Pierwszym impulsem do tego jest zwykłe zdziwienie nad niezwykłością zwykłych zjawisk. Aby tę niezwykłość dostrzec trzeba umieć nie tylko patrzeć, ale widzieć, czyli po prostu obserwować. Projekt ma pokazać, jak we wspomnianych wyżej codziennie spotykanych produktach spożywczych dojrzeć ich niezwykle ukryte cechy.

### Cel projektu:

Celem projektu jest wzbudzenie w uczniach ciekawości poznawania otaczającego świata fizycznego, zachęcenie do samodzielnego badania zjawisk, które występują w najbliższym otoczeniu, przy wykorzystaniu prostych narzędzi, przedmiotów i produktów spotykanych w kuchni. Podczas eksperymentowania uczeń ma dokonywać obserwacji oraz prostych pomiarów porównawczych. Projekt ma zachęcić ucznia do śmiałości w przeprowadzaniu eksperymentów i wyciąganiu z nich wniosków.

### Cele kształcenia:

#### Uczeń:

- bada poprzez przeprowadzanie prostych eksperymentów własności różnych cieczy i substancji sypkich,
- analizuje podobieństwa i różnice własności tych substancji,
- proponuje nowe eksperymenty na z wykorzystaniem przedmiotów, które znaleźć można w każdej kuchni,
- opisuje czynności dokonywane podczas eksperymentowania,
- przedstawia projekt własnego eksperymentu.

## Pytanie kluczowe:

**Czy wszystkie ciecze mają takie same własności jak woda? Czy substancje sypkie są bardziej ciałem stałym czy cieczą?**

### Co to jest ciecz?

**Ciecze** należą do szerszej klasy substancji zwanych **plynami**. Płyyny, jak sama nazwa wskazuje, są substancjami, które mają zdolność do płynięcia, czyli zmiany formy i przemieszczania się pod działaniem siły, nawet jeśli tą siłą jest tylko ich własny ciężar. Obok cieczy, czyli substancji w stanie ciekłym, do płynów zalicza się również gazy. Płyyny, w odróżnieniu od ciał stałych, nie mają stałości kształtu – przybierają kształt naczyń, w którym się znajdują. Gazy poza tym nie mają stałości objętości. Zależy ona od ciśnienia. Innymi słowy, można je sprężyć, a więc zmniejszać ich objętość, oraz rozprężyć, czyli ją zwiększać. Mówimy, że gazy są **ściśliwe**. Nie można tego powiedzieć o cieczach. Są one bardzo mało ściśliwe, czyli nie mając stałości kształtu, zachowują swoją objętość przy różnych ciśnieniach. Wynika to z faktu, że w cieczach ich cząsteczki są znacznie gęściej upakowane niż w gazach. Nie ma więc już miejsca na zbliżenie się cząsteczek, co uniemożliwia istotne sprężenie cieczy.

Zbiorowisko cząsteczek tworzących ciecz można przyrównać do tłumu kibiców przeciskającego się po meczu przez bramę stadionu. Cząsteczki gazu zaś to zawodnicy biegający w trakcie meczu po boisku.

W związku z tym w przypadku cieczy występuje silniejsze oddziaływanie między cząsteczkami prowadzące do ich zlepiania się w większe aglomeraty ograniczające ich swobodę ruchu.

Ciecze mogą być substancjami jednorodnymi chemicznie (np. woda destylowana) lub roztworami (np. cukier rozpuszczony w wodzie). Właśnie tego typu substancje zwykle kojarzą się nam z terminem „ciecz”.

Do cieczy należą jednak także takie substancje jak na przykład budyń, kisiel, jogurt, ketchup, majonez czy zawiesina mączki ziemniaczanej (skrobi) w wodzie. Majonez jest koloidem, czyli substancją składającą się z dwu niemieszających się substancji, z których jedna jest rozproszona w postaci drobin w drugiej. W przypadku tego produktu spożywczego substancją rozproszoną jest tłuszcz, a ośrodkiem żółtko jaja. Podobnie jak mleko, które jest koloidem tłuszczu rozproszonego w wodzie.

Właśnie niektóre ze wspomnianych wyżej cieczy, z którymi można spotkać w kuchni, wykazują niezwykle, wręcz „magiczne” właściwości.

### Klasyfikacja cieczy ze względu na pewne mechaniczne własności

Jednym ze zjawisk, które występuje w cieczach jest zjawisko **lepkości**. Jest ono makroskopowym przejawem oddziaływania międzycząsteczkowego. Jak zostało wspomniane wyżej, ciecz można przyrównać do tłoczącego się tłumu. Gdy próbujemy się w nim przemieszczać, napotkamy trudności związane z oddziaływaniem na nas naszych sąsiadów. Gdy jesteśmy w cienkim, śliskim ubraniu jest nam łatwiej przeciskać się przez ten tłum, niż gdy niesiemy plecak lub walizkę. Podobnie na cząsteczkę w cieczy oddziałują inne cząsteczki znajdujące się w pobliżu słabiej lub silniej „przyklejając” się do niej. Makroskopowo objawia się to utrudnieniami we wzajemnym przemieszczaniu się bliskich sobie warstw cieczy oraz oporami ruchu ciał w cieczy. Mówimy, że ciecz jest

bardziej **lepka**, gdy opory te są większe. Próba wymuszenia ruchu cieczy bardziej lepkiej wymaga działania większej siły. Jeśli siłą tą jest sam ciężar cieczy, to objawia się to w wolniejszym spływaniu cieczy bardziej lepkiej po stromej powierzchni lub wypływaniu przez otwór, np. szyjkę butelki. W przypadku pewnej grupy cieczy siła wymuszająca **F** jest **proporcjonalna do prędkości v ruchu cieczy**, inaczej mówiąc **zależy liniowo** od prędkości. Jest to tak zwane prawo Newtona dla cieczy lepkich, a należące do tej grupy cieczy nazywane są **cieczami niutonowskimi**. Do grupy tej zalicza się między innymi najpowszechniejsza ciecz na Ziemi, czyli woda. Proporcjonalność zależności siły od prędkości wyraża się tym, że jeśli dwa razy szybciej chcemy zamieszać łyżeczką wodę lub inną ciecz niutonowską w szklance, to musimy zastosować dwa razy większą siłę. Oznacza to, że w przypadku tych cieczy **iloraz siły wymuszającej F i prędkości v cieczy ma stałą wartość**. Iloraz ten zależy od cieczy i może być miarą jej lepkości. Oznaczmy go symbolem  $\beta$ . Tak więc  $\beta = F/v = \text{const}$ . Mówimy wtedy, że ciecz ma stałą lepkość.

Cieczy niutonowskich jest najwięcej. Istnieją jednak cieczy, które nie podlegają prawu Newtona. Nazywane są **cieczami nieniuutonowskimi**. Siła wymuszająca w ich przypadku nie musi zależeć liniowo od prędkości, a co za tym idzie od prędkości musi zależeć współczynnik  $\beta$ . Współczynnik ten może również zależeć od czasu.

Istnieją cieczy, w których lepkość rośnie wraz ze wzrostem prędkości, czyli trudniej jest spowodować ich ruch, jeśli działa na nie większa siła. Można je nazwać **cieczami zagęszczającymi się**. Spektakularnym przykładem takiej cieczy jest mieszanina skrobi i wody. Istnieją też takie, gdy jest odwrotnie – ich lepkość maleje wraz ze wzrostem prędkości. Te można nazwać **cieczami rozrzedzającymi się**. Przykładem może być ketchup – gęsty, gdy lekko poruszamy butelką, ale rzadzący, gdy wstrząsamy nią intensywnie. Wśród cieczy nieniuutonowskich ta ostatnia grupy cieczy jest najliczniej reprezentowana.

Istnieją też cieczy, które przy działaniu małych sił zachowują się jak ciała stałe, czyli nie płyną, a dopiero, gdy siły przekroczy pewną wartość graniczną upłynniają się i zachowują się jak ciecz niutonowska lub nieniuutonowska. Nazywane są **cieczami plastycznolepkimi**. Przykładem może być majonez dekoracyjny. Pod własnym ciężarem porcja majonezu nie rozplywa się. Aby zmieniła kształt, trzeba zadziałać dodatkową siłą.

### Materiały sypkie – cieczy czy ciała stałe?

W kuchni, ale nie tylko, występuje wiele substancji, które określamy mianem sypkich lub ziarnistych. Składają się z większych lub mniejszych drobin lub ziaren zbudowanych z ciała stałego o mniej czy bardziej regularnym kształcie. Zdumiewające i jednocześnie zachęcający do eksperymentowania jest fakt, że nie są do końca poznane prawa fizyki nimi rządzące. Wynika to może z tego, że ich własności zależą często od bardzo subtelnych czynników, co utrudnia formułowanie ogólnych reguł. Na przykład, taka powszechnie spotykana substancja sypka, jak piasek, sucha zachowuje się inaczej niż lekko wilgotna. Spróbujmy zbudować zamek z suchego piasku! Inną ciekawą substancją występującą powszechnie w przyrodzie jest glina. Jakże różne może mieć własności w zależności od stopnia wilgotności!

Często pyliste substancje sypkie zmieszane z niewielką ilością wody wykazują własności cieczy nieniuutonowskich. W stanie suchym też często zachowują się jak cieczy. Mają tendencje do samoistnego rozplywania się, lub lepiej powiedzieć – rozsypywania

się, pod działaniem samego własnego ciężaru, w czym przypominają ciecze plastycznolepkie.

W kuchni spotykamy substancje sypkie o różnym stopniu granulacji (inaczej: wielkości ziaren) – od pylistych, takich jak różne rodzaje mąk, poprzez sól, cukier, grysiki, kasze, ryż, aż po groch, ciecierzycę czy fasolę. Można prostymi metodami badać ich własności, jak na przykład kąt nasypu, będący miarą zdolności danej substancji do utrzymywania formy pagórka, czy zjawiska występujące w mieszaniu dwu lub więcej substancji sypkich przy poddaniu jej wstrząsom i wibracjom.

Jednym z ciekawych i pouczających eksperymentów można przeprowadzić wsypując do wysokiego naczynia substancji sypkiej o małych ziarnach (np. kaszy), a następnie dodać nieco większych ziaren (np. grochu). Można też zanurzyć w kaszy jakiś większy przedmiot (np. piłeczkę pingpongową). Tak wypełnionym naczyniem należy potrząsać utrzymując je w pozycji pionowej. Po chwili okaże się, że większą ziarna i przedmiot wyłonią się na powierzchni kaszy. Czy nie przypomina to zjawiska wyporu w cieczach? Jaki warunek musi spełniać przedmiot, aby nie wynurzać się lecz tonąć w kaszy? Oto pole do popisu dla wnikliwego eksperymentatora!

### Uzasadnienie przydatności realizacji projektu

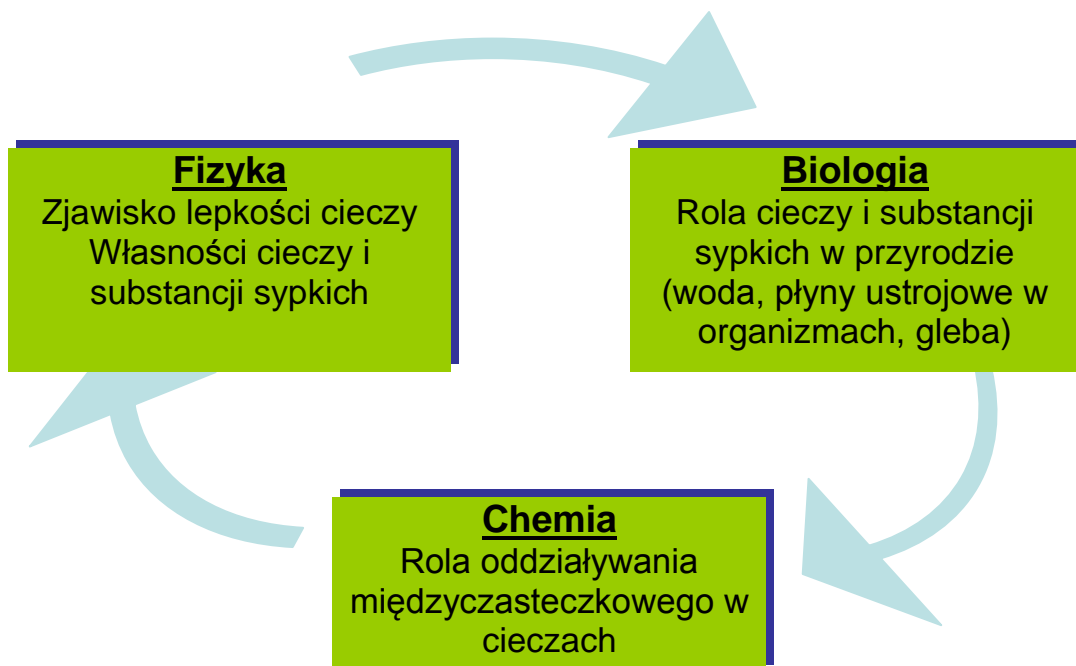
W naszym otoczeniu występuje wiele różnych substancji określanych jako ciecze oraz substancje sypkie. Warto o nich coś wiedzieć.

Projekt ma pobudzać w uczniu ciekawość poznania otaczającego świata i być dla niego zachętą do wykonywania prostych i bezpiecznych eksperymentów z łatwo dostępnymi substancjami, co może prowadzić do odkrywania niekiedy dziwnych i nieoczekiwanych zjawisk.

Wśród kandydatów na studia zauważa się często brak prostych umiejętności przeprowadzania eksperymentów i pomiaru, które powinni byli nabyć na wcześniejszych stopniach edukacji. Projekt ma pomóc w wykształceniu tych umiejętności.

Jednocześnie ma być próbą wyrobienia w uczniu umiejętności świadomej obserwacji, bo „patrzeć” nie oznacza od razu „zobaczyć”.

## Integracja treści przedmiotowych:



## Wykorzystanie matematyki i technologii informacyjnej:

- gromadzenie i zapisywanie informacji i danych uzyskiwanych podczas wykonywania kolejnych zadań,
- trygonometryczny pomiar kąta nasypu,
- poza tym nie przewiduje się wykorzystania matematyki i technologii informacyjnej.

### Materiały i środki dydaktyczne:

- pojemniki kuchenne z tworzywa, talerze z tworzywa lub metalu,
- pojemniki na wodę (np. dzbanki z tworzywa sztucznego),
- łyżki duże, łopatkę do nabierania produktów sypkich, tłuczki drewniane,
- stolniczki z tworzywa małe,
- majonez, ketchup, miód,
- mączka ziemniaczana, mąka, kasze, ryż, groch suchy, kulki plastikowe,
- stopery,
- instrukcje do zadań,
- karty pracy.
- linijki, ołówki, pisaki

**Metody pracy:**

- eksperymentowanie z różnymi produktami spożywczymi pod kątem ich własności mechanicznych,
- tworzenie mieszanin substancji i badanie ich własności,
- omówienie i opisanie zjawisk zachodzących w trakcie doświadczeń.

**Etapy projektu:**

etap	działania	czas
<b>Organizacja</b>	- ustalenie stanowisk pracy, podział na zespoły, - omówienie zasad bezpieczeństwa przy pracy, - zaprezentowanie zestawów do pracy	15 minut
<b>Planowanie</b>	- przedstawienie zadań do realizacji podczas zajęć - ustalenie kolejności i czasu wykonywania poszczególnych zadań	15 minut
<b>Realizacja</b>	<u>Zadanie 1</u> Usypywanie stożków z różnych substancji sypkich (mączka ziemniaczana, mąka, kasze, ryż, groch). Pomiar średnicy ich podstawy i wysokości. Opisanie wyników przeprowadzonych doświadczeń w karcie pracy.	30 minut
	<u>Zadanie 2</u> Eksperymentowanie z różnymi materiałami sypkimi, i ich mieszaninami oraz przedmiotami zanurzonymi w materiale sypkim. Wprawianie naczynia z mieszaniną substancji sypkich w drgania – obserwacja efektów. Opisanie wyników przeprowadzonych doświadczeń w karcie pracy.	30 minut
	<u>Zadanie 3</u> Obserwacja cieczy niutonowskich i nieniuonowskich w ruchu (spływanie po nachylonej powierzchni). Pomiar czasu spływu. Określenie charakterystycznych cech zachowania się tych cieczy podczas ruchu. Opisanie spostrzeżeń i wyników przeprowadzonych doświadczeń w karcie pracy.	30 minut
	<u>Zadanie 4</u> Przygotowanie cieczy nieniuonowskiej zagęszczającej się w postaci mieszaniny skrobi (mączki ziemniaczanej z wodą). Badanie własności mechanicznych tej cieczy. Opisanie spostrzeżeń w karcie pracy.	30 minut
	Podsumowanie wyników przeprowadzonych doświadczeń – dyskusja końcowa.	30 minut
<b>Prezentacja</b>	karty pracy	-



<b>Ocena</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- samoocena (uczeń)</li> <li>- ocena opisowa (nauczyciel)</li> </ul>	-
--------------	---	---

### **Szczegółowy opis zadań na etapie realizacji projektu:**

#### **Zadanie 1**

#### **Jak wysoki stożek można utworzyć z materiału sypkiego? Pomiar kąta nasypu.**

##### **Opis zadania**

Uczeń (zespół) ma do dyspozycji deseczkę (stolniczkę) lub tackę, łopatkę lub łyżkę oraz linijkę z podziałką centymetrową. Poza tym dysponuje jednakowymi objętościowo porcjami kilku substancji sypkich (np. mąki, kaszy, cukru, soli, suchego grochu lub innymi wskazanymi w **Instrukcji 1**). Usypuje z nich na deseczce stożki, wykorzystując całość porcji danej substancji. Następnie mierzy linijką wysokość stożka oraz średnicę jego podstawy. Wpisuje wyniki do **Karty pracy 1**. Oblicza i wpisuje do karty tangens kąta między zboczem stożka (czyli tworzącą) a poziomem (płaszczyzną podstawy stożka), czyli tzw. **kąt nasypu**, jako stosunek zmierzonej wysokości do połowy średnicy podstawy. Uczeń powinien spróbować wyjaśnić, uruchamiając swą wyobraźnię i potoczną intuicję fizyczną, poprzez stawianie hipotez, jak można wyjaśnić różnice w kącie nasypu dla różnych substancji.

##### **Możliwe trudności w czasie realizacji zadania**

Mogą wystąpić trudności przy usypywaniu stożków. Powinno być to robione powoli i ostrożnie z małej wysokości. Można się też spodziewać trudności z pomiarem wysokości i średnicy podstawy stożka. Problem ten powinien pobudzić inwencję ucznia (np. wykorzystanie przy pomiarze pomocniczych przedmiotów).

##### **Kto wykonuje zadanie?**

Uczniowie wykonują zadanie w zespołach dwu- (ewentualnie trzy-) osobowych. Nie wyklucza się szukania odpowiedzi na postawione problemy badawcze w trybie „burzy mózgów” w większych grupach.

##### **Sposób wykonania**

Zadanie to należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji 1**.

##### **Wskazówki dla ucznia**

Deseczka powinna pewnie leżeć na stole. Stożki należy usypywać ostrożnie i powoli z niewielkiej wysokości wysypując substancję sypką na szczyt powstającego stożka. zastanowić się, jak dokładnie zmierzyć wysokość i średnicę podstawy stożka bez naruszenia go. Może trzeba użyć dodatkowych przedmiotów (np. linijki, sztywne kartki)?

##### **Oczekiwany efekt pracy ucznia**

Efektom pracy ucznia powinno być wypełnienie **Karty pracy 1**, w której powinien zawrzeć odpowiedzi na postawione tam pytania. Odpowiedzi te powinny być oparte o wyniki

obserwacji i analizę wykonywanych prostych doświadczeń. Uczeń powinien spróbować wyjaśnić zróżnicowanie w wynikach albo znaleźć jakąś rządzącą nimi regułę.

### **Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna**

Rolą nauczyciela podczas realizacji tego zadania jest nadzorowanie wykonywanych przez ucznia czynności, wspieranie go, motywowanie pytaniami i sugestiami, zachęcanie do cierpliwej i spokojnej pracy oraz sprawdzanie wiedzy teoretycznej ucznia, którą powinien przyswoić sobie przed przystąpieniem do zajęć. Nauczyciel powinien nadzorować pracę ucznia, jednak powinien unikać wykonywania pracy za niego, nawet jeśli jakieś zadanie zajmuje uczniowi więcej czasu, niż pozostałym uczestnikom zajęć. Uczeń powinien mieć szansę sprawdzenia się, wykazania samodzielnością, kreatywnością, jednocześnie jednak nie powinien bać się czy wstydzić zadawać pytań nauczycielowi, czy prosić go o radę.

## **Zadanie 2**

### **Samoistne rozdzielanie się składników mieszaniny substancji sypkich. Czy w przypadku tych substancji działa prawo Archimedesa?**

#### **Opis zadania**

Naczynie (garnek, słoik lub pojemnik z tworzywa sztucznego) należy napęlnić do ok. 1/2 objętości substancją sypką wskazaną w **Instrukcji 2** (np. kaszą, cukrem lub solą), a następnie dosypać wskazanej tamże drugiej substancji (około 1/4 objętości naczynia np. grochu lub fasoli). Obie substancje dobrze wymieszać łyżką. Potrząsać naczyniem w poziomie powodując ruchy wibracyjne mieszaniny. Obserwacje wpisać do **Karty pracy 2**. Następnie do mieszaniny włożyć kulkę z tworzywa sztucznego i szkła lub porcelany. Podobnie jak poprzednio wstrząsać naczyniem. Obserwacje wpisać do **Karty pracy 2**. Obserwowane zjawisko przypomina działania siły wyporu w cieczech. Jak można je wyjaśnić? Ewentualne hipotezy wpisać do **Karty pracy 2**.

#### **Możliwe trudności w czasie realizacji zadania**

Nieprawidłowe potrząsanie naczyniem: zbyt lub za mało intensywne. Należy unikać wstrząsów w pionie.

#### **Kto wykonuje zadanie?**

Uczniowie wykonują zadanie w zespołach dwu- (ewentualnie trzy-) osobowych. Nie wyklucza się szukania odpowiedzi na postawione problemy badawcze w trybie „burzy mózgów” w większych grupach.

#### **Sposób wykonania**

Zadanie to należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji 2**.

#### **Wskazówki dla ucznia**

Unikać intensywnych ruchów drgających naczynia w pionie.



### **Oczekiwany efekt pracy ucznia**

Efektom pracy ucznia powinno być wypełnienie **Karty pracy 2**, na której powinien zapisać obserwacje i spostrzeżenia związane z eksperymentem oraz hipotezy próbujące wyjaśnić występujące w nim zjawiska.

### **Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna**

Rolą nauczyciela podczas realizacji tego zadania jest nadzorowanie wykonywanych przez ucznia czynności, wspieranie go, motywowanie pytaniami i sugestiami, zachęcanie do cierpliwej i spokojnej pracy oraz sprawdzanie wiedzy teoretycznej ucznia, którą powinien przyswoić sobie przed przystąpieniem do zajęć. Nauczyciel powinien nadzorować pracę ucznia, jednak powinien unikać wykonywania pracy za niego, nawet jeśli jakieś zadanie zajmuje uczniowi więcej czasu, niż pozostałym uczestnikom zajęć. Uczeń powinien mieć szansę sprawdzenia się, wykazania samodzielnością, kreatywnością, jednocześnie jednak nie powinien bać się czy wstydzić zadawać pytań nauczycielowi czy prosić go o radę.

## **Zadanie 3**

### **Czy wszystkie ciecz zachowują się tak samo?**

#### **Opis zadania**

W zadaniu uczeń bada kilka cieczy, w przewodzie – nieniutonowskich, starając się odkryć różniące je cechy fizyczne związane z różnicami w sposobie poruszania podczas ściekania po pochyłej powierzchni. Ciecze mogą różnić się lepkością oraz w przypadku cieczy nieniutonowskich także zależnością lepkości od siły wymuszającej ruch ( w przypadku eksperymentu jest to siła składowa ciężaru cieczy powodująca jej ściekanie, a zależna od kąta nachylenia powierzchni, po której ścieka).

Na leżącej na stole deseczce uczeń umieszcza kolejno łyżkę stołową cieczy wskazanych w **Instrukcji 3** (np. miód, majonez, ketchup). Następnie unosi powoli jedną z krawędzi deseczki zwiększając jej pochyłość, aby ciecz zaczęła spływać. W trakcie tego obserwuje, co dzieje się z cieczą. Przy jakim kącie nachylenia zaczyna spływać – dużym czy małym? Spostrzeżenia zapisuje w **Karcie pracy 3**. Dla każdej cieczy doprowadza się deseczkę do takiego samego stopnia pochyłości (ok. 70 stopni do poziomu). Gdy ciecz spływa pod takim kątem, uczeń mierzy stoperem czas przemieszczenia jej między dwiema liniami uprzednio zaznaczonymi na deseczce. Wynik zapisuje w **Karcie pracy 3**. Zapisuje też tam swoje wnioski starając się wskazać charakterystyczne dla poszczególnych cieczy cechy ich ruchu. Które łatwo jest wprowadzić w ruch, a które – nie? Czy różnią się prędkością spływania po pochyłej powierzchni? Czy wykorzystujemy specyficzne cechy niektórych cieczy w praktyce? Uczeń może również próbować przypomnieć sobie, czy nie zna innych cieczy nie występujących w zadaniu o podobnych właściwościach jak te, z którymi miał do czynienia w eksperymencie.

### **Możliwe trudności w czasie realizacji zadania**

Mogą pojawić się trudności z pomiarem czasu przy pomocy stopera (niewłaściwe włączanie lub wyłączanie), a także z zauważeniem, niekiedy subtelnych cech ruchu cieczy oraz interpretacją obserwacji.

Może też w omawianiu zjawisk pojawić się mylenie lepkości cieczy z jej gęstością.

### **Kto wykonuje zadanie?**

Uczniowie wykonują zadanie w zespołach dwu- (ewentualnie trzy-) osobowych. Nie wyklucza się szukania odpowiedzi na postawione problemy badawcze w trybie „burzy mózgów” w większych grupach.

### **Sposób wykonania**

Zadanie to należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji 3**.

### **Wskazówki dla ucznia**

Deseczkę po nałożeniu na nią porcji cieczy (ok. 1 łyżka stołowa) należy powoli unosić z jednej strony i uważnie obserwować co dzieje się z cieczą. Przed pomiarem czasu sprawdzić stoper i własne umiejętności posługiwania się nim kilkakrotnie włączając go i zatrzymując.

### **Oczekiwany efekt pracy ucznia**

Efektom pracy ucznia powinno być wypełnienie **Karty pracy 3**, na której powinien zapisać obserwacje i spostrzeżenia związane z eksperymentem oraz hipotezy próbujące wyjaśnić występujące w nim zjawiska.

### **Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna**

Rolą nauczyciela podczas realizacji tego zadania jest nadzorowanie wykonywanych przez ucznia czynności, wspieranie go, motywowanie pytaniami i sugestiami, zachęcanie do cierpliwej i spokojnej pracy oraz pomoc graficznym przedstawieniem danych pomiarowych. Nauczyciel powinien nadzorować pracę ucznia, jednak powinien unikać wykonywania pracy za niego, nawet jeśli jakieś zadanie zajmuje uczniowi więcej czasu, niż pozostałym uczestnikom zajęć. Uczeń powinien mieć szansę sprawdzenia się, wykazania samodzielnością, kreatywnością, jednocześnie jednak nie powinien bać się czy wstydzić zadawać pytań nauczycielowi czy prosić go o radę.

## **Zadanie 4**

### **Bardzo dziwna ciecz nieniutonowska**

#### **Opis zadania**

W zadaniu uczeń przygotowuje i bada pewną szczególną ciecz nieniutonowską z grupy zagęszczających się, w której przypadku ta cecha przejawia się bardzo intensywnie. Większa siła działająca na tę ciecz powoduje jej takie zagęszczenie, że staje się prawie ciałem stałym. Do ruchu może zmusić ją tylko bardzo niewielka siła.

Uczeń wsypuje do miski podana w **Instrukcji 4** ilość skrobi (mączki ziemniaczanej), a następnie stopniowo dolewa wodę i miesza. Uzyskuje w końcu ciecz o konsystencji gęstej śmietany. Następnie sprawdza właściwości tej cieczy. Próbuje mieszać ją dłonią raz szybko raz wolno. Uderza szybko pięścią w powierzchnię cieczy. Czy się rozprysnie? Nabiera w dłoń nieco cieczy i stara się ulepić kulkę. Następnie kładzie ją na deseczce. Co się z nią dzieje? Wrzuca do miski z cieczą kulki z tworzywa i szkła. Co się z nimi dzieje? Czy w takiej cieczy można pływać? Swoje obserwacje, w szczególności odpowiedzi na wyżej postawione pytania, zapisuje w **Karcie pracy 4**.

#### **Możliwe trudności w czasie realizacji zadania**

Trudności mogą pojawić się jedynie przy przygotowywaniu cieczy. Wodę do skrobi należy dodawać małymi porcjami i stale mieszać.

#### **Kto wykonuje zadanie?**

Uczniowie wykonują zadanie w zespołach dwu- (ewentualnie trzy-) osobowych. Nie wyklucza się szukania odpowiedzi na postawione problemy badawcze w trybie „burzy mózgów” w większych grupach.

#### **Sposób wykonania**

Zadanie to należy wykonać zgodnie z informacjami i wskazówkami zamieszczonymi w **Instrukcji 4**.

#### **Wskazówki dla ucznia**

Wodę do skrobi należy dodawać małymi porcjami i stale mieszać. Przy badaniu właściwości cieczy można w zespole podzielić się rolami. Jeden uczeń „babrze się” w cieczy, a drugi zapisuje spostrzeżenia.

#### **Oczekiwany efekt pracy ucznia**

Efektom pracy ucznia powinno być wypełnienie **Karty pracy 4**, na której powinien zapisać obserwacje i spostrzeżenia związane z eksperymentem oraz hipotezy próbujące wyjaśnić występujące w nim zjawiska.

#### **Oczekiwania wobec nauczyciela opiekuna**

Rolą nauczyciela podczas realizacji tego zadania jest nadzorowanie wykonywanych przez ucznia czynności, wspieranie go, motywowanie pytaniami i sugestiami, zachęcanie do cierpliwej i spokojnej pracy oraz pomoc graficznym przedstawieniu danych pomiarowych. Nauczyciel powinien nadzorować pracę ucznia, jednak powinien unikać wykonywania pracy za niego, nawet jeśli jakieś zadanie zajmuje uczniowi więcej czasu, niż pozostałym uczestnikom zajęć. Uczeń powinien mieć szansę sprawdzenia się, wykazania samodzielnością, kreatywnością, jednocześnie jednak nie powinien bać się czy wstydzić zadawać pytań nauczycielowi czy prosić go o radę.

## Instrukcja nr 1

### Jak wysoki stożek można utworzyć z materiału sypkiego?

#### Kąt nasypu.

- Materiały potrzebne do wykonania zadania:**
  - stolniczka (deseczka);
  - porcje trzech różnych materiałów sypkich (mąka, cukier, ryż, kasze, groch) w ponumerowanych kubeczkach;
  - linijka szkolna, ekierka.
- Ostrożnie wysyp z kubeczka pierwszy materiał sypki tworząc jak najwyższy stożek (kopczyk).
- Wpisz w nagłówkach kolumn tabeli 1 w **Karcie pracy 1** nazwę użytego materiału sypkiego.
- Zmierz linijką **średnicę podstawy stożka**. Zastanów się, jak to zrobić bez naruszania stożka. Wynik zapisz w tabeli 1 w **Karcie pracy 1**.
- Zmierz linijką **wysokość stożka**. Zastanów się, jak to zrobić jak najdokładniej? Może przyda się ekierka? Wynik zapisz w tabeli 1 w **Karcie pracy 1**.
- Zsyp materiał ze stolniczki do kubeczka.
- Powtórz czynności wskazane w punktach 2, 3, 4 i 5 dla kolejnych dwu materiałów sypkich.
- Dla każdej z substancji oblicz **stosunek wysokości stożka do połowy jego średnicy u podstawy**, czyli tangens kąta nachylenia zbocza stożka względem poziomu (tzw. **kąt nasypu**). Wyniki zapisz w tabeli 1 w **Karcie pracy 1**.
- Po wykonaniu pomiarów i obliczeń zastanów się, dlaczego usypane stożki różnią się formą – jedne są bardziej strome, inne mniej. Pomysły na wyjaśnienie tego zapisz w tabeli 2 w **Karcie pracy 1**. **Nie ograniczaj swojej wyobraźni! Nie bój się, że twoje pomysły mogą okazać się błędne!** Nawet wielcy uczeni też nie od razu mieli rację.

## Instrukcja nr 2

### Co się dzieje, gdy materiał sypki zostanie poddany drganiom?

- Materiały potrzebne do wykonania zadania:**
  - naczynie 1: garnek, słoik lub pojemnik z tworzywa sztucznego (najlepiej przezroczyste i z pokrywkami) wypełnione do połowy **pierwszym materiałem sypkim** (np. kaszą, ryżem lub cukrem);
  - naczynie 2: pojemnik z **drugim materiałem sypkim** (np. grochem lub fasolą);
  - łyżka lub inne narzędzie do mieszania;
  - kulki z różnych materiałów, np. tworzywa sztucznego, szkła, porcelany.
- Do **naczynia 1** z materiałem sypkim włóż kulki wykonane z różnych materiałów tak, aby były **głęboko zanurzone** w materiale wypełniającym naczynie. Nałóż pokrywkę.
- Wstrząśnij intensywnie naczynie ruchami wibracyjnymi w poziomie, obserwując, co dzieje się z zanurzonymi kulkami. Obserwacje zapisz w tabeli 1 w **Karcie pracy 2**.
- Zaproponuj wyjaśnienie obserwowanego efektu. Pomysły zapisz w tabeli 1 w **Karcie pracy 2**. **Nie ograniczaj swojej wyobraźni! Nie bój się, że twoje pomysły mogą okazać się błędne!**
- Z jakim stanem skupienia kojarzy ci się materiał sypki poddany wibracjom? Zastanów się, jakie zjawisko występujące w przypadku innych substancji przypomina to, co dzieje się z kulkami. Uwagi zapisz w tabeli 1 w **Karcie pracy 2**.
- Z **naczynia 1** wyjmij kulki, a następnie przesyp do niego zawartość **naczynia 2**.
- Wymieszaj dobrze z sobą przy pomocy łyżki lub innego narzędzia oba materiały sypkie znajdujące się w **naczyniu 1**.
- Wstrząśnij przez pewien czas naczynie 1 podobnie jak w punkcie 3. Obserwuj, co się dzieje. Obserwacje zapisz w tabeli 2 w **Karcie pracy 2**.
- Zaproponuj wyjaśnienie obserwowanego zjawiska. Pomysły zapisz w tabeli 2 w **Karcie pracy 2**.
- Zastanów się, jakie **praktyczne zastosowanie** może mieć obserwowane zjawisko. Czy mógłbyś coś doradzić Kopciuszkowi w przypadku, gdyby nie otrzymał pomocy od ptaków? **Pozwól działać swojej wyobraźni!** Propozycje zapisz w tabeli 2 w **Karcie pracy 2**.

## Instrukcja nr 3

### Ciecz cieczy nierówna, czyli badamy ciecz nieniuutonowskie

- Materiały potrzebne do wykonania zadania:**
  - prostokątna stolniczka (deseczka);
  - pojemniczki z różnymi cieczami spotykanymi w kuchni (np. miód, majonez, ketchup, musztarda, jogurt);
  - łyżka;
  - ręcznik papierowy.
- Stolniczkę oczyść przy pomocy ręcznika papierowego. Może trzeba będzie ją opłukać wodą z kranu i dokładnie osuszyć tymże ręcznikiem.
- Łyżką nabierz z pojemniczków podobne porcje każdej z trzech wybranych cieczy i umieść je na stolniczce **w jednej linii** obok siebie. Linia ta powinna być równoległa o jednej z krawędzi stolniczki. **Porcje cieczy nie mogą się ze sobą stykać.** Przed nabraniem kolejnej porcji oczyść łyżkę papierowym ręcznikiem. Wpisz w nagłówkach kolumn tabeli 1 w **Karcie pracy 3** nazwy cieczy.
- Następnie powoli podnoś jedną z krawędzi stolniczki równoległych do linii leżących na niej porcji cieczy tak, aby nachylenie stolniczki zwiększało się. Przyglądaj się „wyścigom” cieczy.
- Spróbuj zaobserwować, która ciecz zacznie spływać pierwsza, która w następnej kolejności, a która najdłużej potrafi obronić się przed spłynięciem, która porusza się szybciej, a która wolniej, której zachowanie najbardziej przypomina zachowanie się wody, a której najbardziej się różni. Może któraś z cieczy w ogóle nie wystartowała do wyścigu. Postaraj się zauważyć jak najwięcej charakterystycznych cech zachowania się cieczy. Obserwacje zanotuj w tabeli 1 w **Karcie pracy 3**.
- Przypomnij sobie, czy nie spotkałeś się z innymi cieczami, których własności są podobne do obserwowanych przez ciebie w punkcie 5. Spostrzeżenia zanotuj w tabeli 1 w **Karcie pracy 3**.
- Czy potrafisz znaleźć, inne niż kuchenne, zastosowanie dla cieczy o własnościach obserwowanych podczas wykonywania zadania. **Pozwól działać twojej wyobraźni!** Pomysły zanotuj w tabeli 2 w **Karcie pracy 3**.



## Instrukcja nr 4

### Zrób sam bardzo dziwną nieniuetonowską „ciecz-nie-ciecz”

- Materiały potrzebne do wykonania zadania:**
  - pojemnik ze skrobią (mączką ziemniaczaną);
  - naczynie z wodą;
  - miarka do skrobi i wody (kubeczek);
  - miseczka;
  - łyżka;
  - kulka szklana;
  - ręcznik papierowy.
- Suchy kubeczek (miarkę) napełnij mączką ziemniaczaną przy pomocy łyżki i przesyp jego zawartość do miseczki.
- Wlej do kubeczka tyle samo wody, ile było w nim mączki.
- Następnie dodawaj **stopniowo** wodę z kubeczka do mączki w miseczce jednocześnie mieszając łyżką do uzyskania konsystencji gęstej śmietany. Uwaga: nie cała woda musi zostać zużyta.
- Rozpocznij badanie własności otrzymanej cieczy. Spróbuj zamieszać ciecz łyżką raz szybko, raz wolno. Czy widzisz różnicę? Spostrzeżenia zanotuj w tabeli 1 w **Karcie pracy 4**.
- Zanurz w cieczy dłoń ruszaj palcami szybko i powoli. Czy widzisz różnicę? Spostrzeżenia zanotuj w tabeli 1 w **Karcie pracy 4**.
- Uderz szybko z góry pięścią w powierzchnię cieczy. Co zauważasz? Spostrzeżenia zanotuj w tabeli 1 w **Karcie pracy 4**.
- Nabierz trochę cieczy w dłoń i spróbuj ulepić z niej kulkę, którą następnie połóż na dłoni. Co zauważasz? Spostrzeżenia zanotuj w tabeli 1 w **Karcie pracy 4**.
- Zrzuć szklana kulkę z pewnej wysokości na powierzchnię cieczy w miseczce. Co zauważasz? Spostrzeżenia zanotuj w tabeli 1 w **Karcie pracy 4**.
- Spróbuj określić ogólnie cechy tej dziwnej cieczy, które przejawiają się we wszystkich powyższych eksperymentach. Czy zawsze wykazuje ona własności typowe dla cieczy? Ciecz to przecież substancja, która płynie. Kiedy nasza ciecz przestaje być cieczą? A w takim razie czym wtedy jest? Wnioski zanotuj w tabeli 2 w **Karcie pracy 4**.
- Wymyśl jakieś zastosowanie dla tej cieczy. **Pozwól działać twojej wyobraźni!** Pomysł zapisz w tabeli 2 w **Karcie pracy 4**.

## KARTA PRACY 1

**Jak wysoki stożek można utworzyć z materiału sypkiego?  
 Kąt nasypu.**

TABELA 1	NAZWA MATERIAŁU SYPKIEGO		
POMIARY [cm]			
ŚREDNICA PODSTAWY <b>D</b>			
POŁOWA ŚREDNICY PODSTAWY <b>R=D/2</b>			
WYSOKOŚĆ STOŻKA <b>H</b>			
STOSUNEK <b>H</b> DO <b>R</b>			

TABELA 2
<b>DLACZEGO STOŻKI MAJĄ RÓŻNY KSZTAŁT (NACHYLENIE ZBOCZY)?</b>

.....  
Imię i nazwisko ucznia, klasa

.....  
Miejscowość, data

## KARTA PRACY 2

Co się dzieje, gdy materiał sypki zostanie poddany drganiom?

<b>TABELA 1</b>	<b>NAZWA MATERIAŁU SYPKIEGO</b>
<b>KULKA LEKKA</b>	
<b>KULKA CIĘŻKA</b>	
<b>PRÓBA WYJAŚNIENIA</b>	
<b>Z CZYM KOJARZY SIĘ OBSERWOWANE ZJAWISKO?</b>	

<b>TABELA 2</b>	<b>NAZWY MATERIAŁÓW SYPKICH TWORZĄCYCH MIESZANINĘ</b>
<b>OBSERWACJE</b>	
<b>PRÓBA WYJAŚNIENIA</b>	
<b>PROPONOWANE ZASTOSOWANIE</b>	

.....  
Imię i nazwisko ucznia, klasa

.....  
Miejscowość, data

## KARTA PRACY 3

### Ciecz cieczy nierówna, czyli badamy ciecze nieniutonowskie

<b>TABELA 1</b>	<b>NAZWY CIECZY</b>		
<b>OBSERWACJE:</b>			
<b>KOLEJNOŚĆ STARTU</b>			
<b>SZYBKOŚĆ</b>			
<b>KOLEJNOŚĆ NA MECIE</b>			
<b>PODOBIENSTWO DO WODY</b>			
<b>INNE ZAUWAŻONE CECHY</b>			
<b>INNE PODOBNE CIECZE</b>			

<b>TABELA 2</b>	<b>POMYSŁY NA ZASTOSOWANIE</b>

.....  
Imię i nazwisko ucznia, klasa

.....  
Miejscowość, data

## KARTA PRACY 4

Zrób sam bardzo dziwną nieniutonowską „ciecz-nie-ciecz”

<b>TABELA 1</b>	<b>OBSERWACJE</b>
<b>MIESZANIE ŁYŻKĄ WOLNE I SZYBKIE</b>	
<b>ZANURZENIE RĄK</b>	
<b>UDERZENIE PIĘŚCIĄ</b>	
<b>LEPIENIE KULKI</b>	
<b>ZRZUCENIE KULKI</b>	

<b>TABELA 2</b>	<b>WNIOSKI</b>
<b>ZAUWAŻONE DZIWNE CECHY CIECZY</b>	
<b>PROPOZYCJE ZASTOSOWANIA</b>	