

Andrzej Fogt

# Aktywność badawcza uczniów w edukacji fizycznej w szkole ponadpodstawowej

- ✓ Praca zespołowa jako podstawa aktywności badawczej
- ✓ Eksperymenty, obserwacje i pokazy
- ✓ Scenariusze zajęć z wykorzystaniem pracy zespołowej



Recenzja  
**dr Danuta Kitowska**

Analiza merytoryczna  
**dr Joanna Borgensztajn**

Redakcja językowa i korekta  
**Monika Lipińska-Pawetek**

Projekt graficzny, projekt okładki  
**Wojciech Romerowicz, ORE**

Skład i redakcja techniczna  
**Grzegorz Dębiński**

Projekt motywu graficznego „Szkoły ćwiczeń”  
**Aneta Witecka**

**ISBN 978-83-65967-46-6** (Zestawy materiałów dla nauczycieli szkół ćwiczeń – przyroda)  
**ISBN 978-83-65967-19-0** (Zestaw 4: Aktywność badawcza uczniów w ponadpodstawowej edukacji przyrodniczej)  
**ISBN 978-83-65967-22-0** (Zeszyt 3: Aktywność badawcza uczniów w edukacji fizycznej w szkole ponadpodstawowej)

Warszawa 2017  
Ośrodek Rozwoju Edukacji  
Aleje Ujazdowskie 28  
00-478 Warszawa  
[www.ore.edu.pl](http://www.ore.edu.pl)

Publikacja jest rozpowszechniana na zasadach wolnej licencji Creative Commons – Użycie niekomercyjne 3.0 Polska (CC-BY-NC).

# Spis treści

<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
<b>Praca zespołowa jako podstawa aktywności badawczej</b>	<b>3</b>
Efektywna współpraca	4
Jak ustalić skład zespołu?	5
Podejmowanie decyzji w zespole	5
Korzyści z pracy zespołowej	7
<b>Eksperymenty, obserwacje i pokazy</b>	<b>8</b>
<b>Propozycje doświadczeń i zajęć do wykorzystania w trakcie pracy zespołowej</b>	<b>9</b>
Maszyny proste	9
Doświadczenie 1	15
Doświadczenie 2	17
Doświadczenie 3	20
Doświadczenie 4	22
Doświadczenie 5	24
Doświadczenie 6	27
Doświadczenia 7	28
Doświadczenie 8	29
Doświadczenie 9	30
Doświadczenie 10	32
<b>Bibliografia</b>	<b>34</b>
<b>Spis ilustracji</b>	<b>34</b>



## Wstęp

Podjęcie aktywności badawczej przez uczniów w edukacji fizycznej w szkole ponadpodstawowej jest jednym z głównych celów kształcenia sformułowanych w projekcie nowej podstawy programowej jako: „III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników” (Fizyka... (projekt), b.r.: 1).

Ustawodawca położył szczególny nacisk na umiejętności doświadczalne w nauczaniu fizyki w szkole ponadpodstawowej. Projekt podstawy wymienia aż 23 obowiązkowe doświadczenia lub demonstracje, w tym np. ilustrowanie na modelu procesu rozszerzania się Wszechświata, demonstrowanie skutków działania siły bezwładności, demonstrowanie rozpraszania światła białego czy ilustrowanie pola magnetycznego oraz układu linii pola.

Fizyka jest dziedziną, której trzeba doświadczać, żeby ją pojąć, dlatego ustawodawca w części projektu podstawy dotyczącej warunków i sposobu realizacji celów nauczania zaznaczył:

„Uczenie fizyki powinno odwoływać się do przykładów z życia codziennego, czynnego badania zjawisk i procesów fizycznych. Należy kłaść nacisk przede wszystkim na umiejętność identyfikacji zjawisk, znajomość warunków ich występowania i przebiegu. Ważnym elementem jest kształtowanie umiejętności twórczego rozwiązywania problemów poprzez budowanie prawidłowych związków przyczynowo-skutkowych. Podczas zajęć fizyki wskazane jest, aby analiza jakościowa była priorytetowa w stosunku do analizy ilościowej. Sprawne wykonywanie obliczeń i oszacowań ilościowych jest ważną umiejętnością, ale nie może być uważane za główny cel nauczania. Należy kształtować u uczniów umiejętność krytycznej oceny realności otrzymywanych wyników” (tamże: 7).

## Praca zespołowa jako podstawa aktywności badawczej

Na zajęciach z fizyki większość eksperymentów, ćwiczeń laboratoryjnych i obserwacji uczniowie wykonują w grupach. Indywidualne eksperymentowanie najczęściej ogranicza brak odpowiedniej ilości sprzętu, miejsca, niekiedy czasu. Oczywiście grupowe przeprowadzanie badań też ma swoje zalety. Metodą nauczania, w której od dobrej pracy zespołu zależy sukces uczniów, jest metoda projektów. W kształtowaniu postawy badawczej u uczniów właśnie ta metoda wykorzystywana jest najczęściej. Poza tym praca zespołowa sprzyja rozwijaniu kompetencji społecznych, inicjatywności i przedsiębiorczości.

Co powinien wiedzieć nauczyciel i uczniowie o pracy zespołowej, aby ich wysiłki były jak najbardziej efektywne i przede wszystkim dawały radość z odkrywania? Poniżej przedstawiamy różne aspekty pracy w zespole.



## Efektywna współpraca

Jak czytamy w opracowaniu Małgorzaty Ostrowskiej i Filipa Makowieckiego (b.r.: 2), „dla efektywnej współpracy [w zespole] konieczne jest zachowanie pewnych warunków. Należą do nich:

- określenie wspólnych celów,
- ustalenie czytelnych zasad współpracy i sposobu podejmowania decyzji,
- określenie jasnych ról we współpracującej ze sobą grupie ludzi,
- podejmowanie odpowiedzialności za zadania,
- wykorzystywanie zasobów i angażowanie każdego członka zespołu,
- precyzyjna i sprawna komunikacja i wymiana informacji,
- aktywne uczestnictwo w spotkaniach zespołu,
- doskonalenie i rozwój członków zespołu w obszarach zadań, procesów i relacji,
- relacje zewnętrzne – prezentacja efektów pracy, osiągnięć, wymiana doświadczeń z innymi zespołami poszukiwanie wiedzy i doświadczeń u ekspertów”.

Nauczyciel nierzadko w swojej pracy dydaktycznej będzie obserwatorem pracy zespołowej uczniów. Bardzo ważną i przydatną umiejętnością jest rozpoznawanie przejawów braku efektywności pracy zespołu. Dzięki trafnej diagnozie możemy pomóc uczniom w planowaniu i organizowaniu zadań.

Tab. 1. Cechy charakterystyczne grup efektywnych i nieefektywnych (na podst. Mazur-Roik, b.r.: 11)

Grupy efektywne	Grupy nieefektywne
Atmosfera swobodna, nieskrępowana, uczniowie są zaangażowani, zainteresowani.	Atmosfera pełna nudy i obojętności.
Ożywiona dyskusja z udziałem wszystkich uczestników.	Rozmowa dwóch-trzech osób bez dbałości o to, by wymiana zdań była na temat.
Wszyscy rozumieją zadania, które mają wykonać.	Trudno zrozumieć, nad jakim zadaniem grupa pracuje.
Członkowie grupy słuchają się wzajemnie. Każda myśl jest poddawana analizie.	Członkowie grupy nie słuchają się wzajemnie. Niektóre myśli nie są przez grupę analizowane.
Grupa akceptuje to, że pojawiają się różnice zdań. Pojawiające się pomysły są poddawane selekcji. Nikt nie jest niezadowolony z decyzji.	Różnice zdań nie są skutecznie rozstrzygane. Pomysły są poddawane głosowaniu bez przedyskutowania. Niektóre osoby są niezadowolone z podejmowanych decyzji.
Uczniowie czują się nieskrępowani w krytykowaniu i mówią szczerze to, co myślą.	Uczniowie nie są szczerzy. Krytykują podjęte decyzje.
Wszyscy wiedzą, co czują pozostali odnośnie do dyskutowanego tematu.	Jedna lub dwie osoby dominują, realizując swoje zamierzenia.
Jeśli mają być podjęte jakieś działania, wszyscy wiedzą, co ma być zrobione, i wzajemnie sobie pomagają.	Nikt nie interesuje się pracą i nie oferuje nikomu pomocy.
Rolę lidera przejmują różne osoby.	Tylko jedna lub dwie osoby podejmują decyzje i działają jako liderzy grupy.
Grupa ma świadomość, czy pracuje dobrze, i co utrudnia postępy w pracy. Sama potrafi zatroszczyć się o siebie.	Grupa nie rozmawia na temat własnej pracy czy stojących przed nią problemów. Potrzebuje kogoś, kto by się o nią troszczył.



## Jak ustalić skład zespołu?

(oprac. na podstawie Żmijski, b.r.)

Jeszcze nie wymyślono przepisu na stworzenie idealnego zespołu, jednak badania wykazują, że w sytuacjach edukacyjnych najlepiej sprawdzają się grupy 3–5-osobowe. Najbliższą ideałowi jest czwórka, m.in. dlatego, że sam układ siedzących przy stole sprzyja lepszemu komunikowaniu się, taki zespół można też łatwo podzielić na pary.

Oczywistą sprawą jest, że sposób doboru członków zespołu ma istotny wpływ na rezultat jego pracy. Z tego powodu warto pamiętać o kilku znaczących czynnikach:

**Tylko z przyjaciółmi.** Jeśli pozwolimy uczniom na swobodne dobieranie się w grupy, istnieje duże prawdopodobieństwo, że do współpracy wybiorą oni przyjaciół. To zapewnia duże poczucie bezpieczeństwa, a więc swego rodzaju komfort pracy, jednakże z drugiej strony takie grupy często nie realizują zadań postrzeganych jako ryzykowne, o dużym stopniu trudności. Wypływa to z obawy przed ewentualnym poróżnieniem się lub niepowodzeniem, czyli utratą wyjściowego poczucia bezpieczeństwa. Nie jest to zatem najlepszy sposób tworzenia zespołów i trzeba być ostrożnym, decydując się na niego.

**Najlepsi z najlepszymi, a słabi...** Ustalono, że uczniowie osiągający wysokie wyniki w nauce uzyskują lepsze rezultaty w pracy grupowej, gdy pracują z innymi dobrymi uczniami, niż wtedy, gdy zostają przydzieleni do zespołu z mniej uzdolnionymi kolegami i koleżankami. Natomiast słabsi uczniowie współpracujący w zespołach z dobrymi uczniami osiągają zdecydowanie lepsze rezultaty niż podczas współpracy z osobami o podobnym poziomie szkolnych osiągnięć. Powstaje zatem dylemat, czy pozwolić zdolnym osiągać rezultaty na miarę ich możliwości, czy też dać szansę rozwinięcia wiedzy i umiejętności uczniom z trudnościami. Co zrobić, by łącząc jedną i drugą grupę uczniów w jeden zespół, jednocześnie pomóc uczniom słabszym i nie wywołać poczucia krzywdy u zdolnych? Najuczciwiej jest postawić na tworzenie zespołów wymieszanych pod względem poziomu osiągnięć, lecz nie zapominać o tym, by uzdolnieni uczniowie zostali za swój większy wkład docenieni przy indywidualnej ocenie. Trzeba też pamiętać, by w takich mieszanych zespołach uczniowie osiągający lepsze wyniki nie zajmowali na stałe pozycji dominującej.

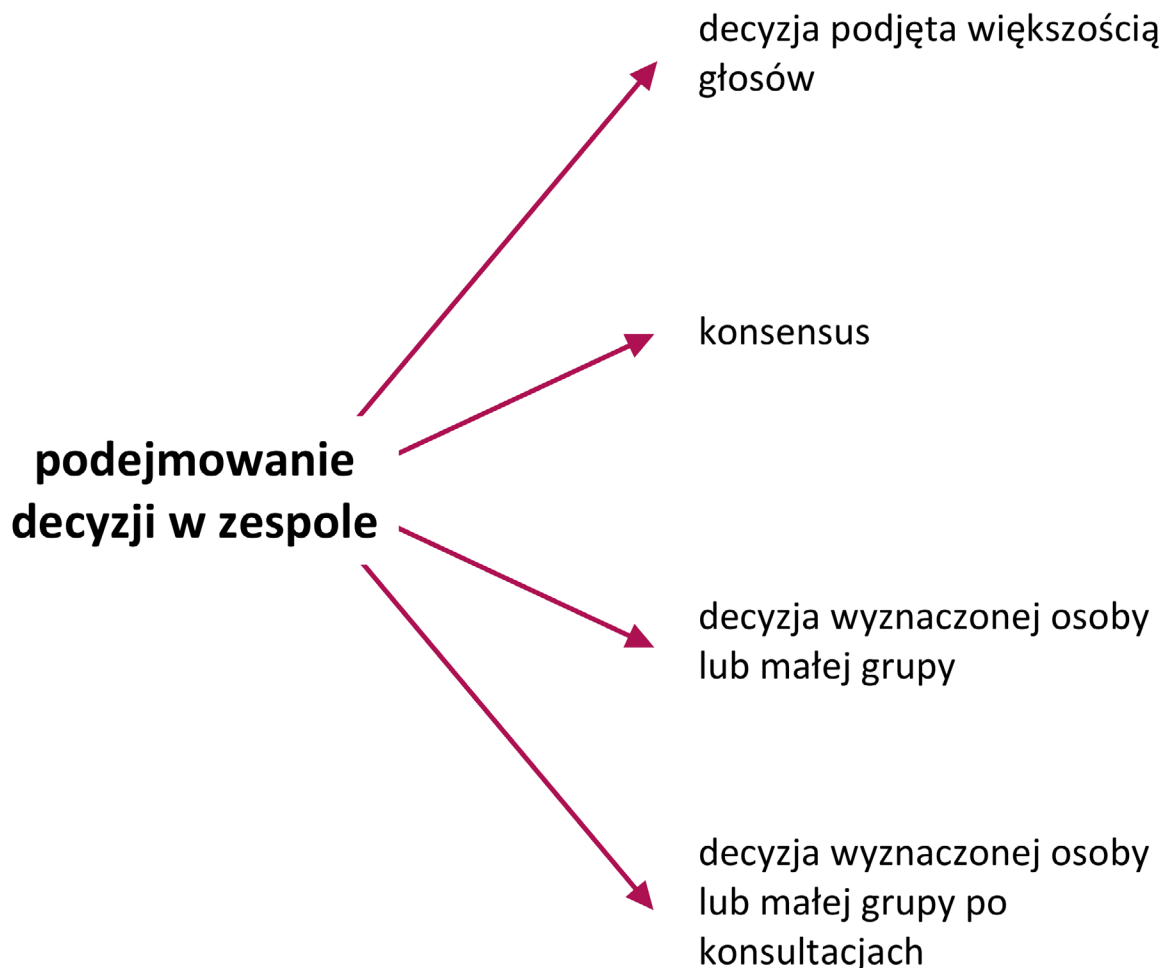
**Niech zdecyduje los.** Ta metoda doboru członków zespołu sprawdza się, gdy nie ma zbyt wielkich różnic między osiągnięciami szkolnymi uczniów z danej klasy, a poza tym uczniowie mają już doświadczenie w pracy grupowej. Można losowo wybierać zespoły również wtedy, gdy zadanie nie jest zbyt trudne i czasochłonne.

## Podejmowanie decyzji w zespole

Podejmowanie decyzji w zespole może przyjmować różne formy. Najszybsza decyzja to ta podjęta odgórnie przez wyznaczoną osobę (reprezentanta) lub małą grupę. Nieco więcej czasu zajmie podjęcie decyzji w takim samym składzie, ale po konsultacjach z resztą zespołu. Z podobną sytuacją mamy do czynienia przy podejmowaniu decyzji większością głosów, jeśli zachodzi konieczność zorganizowania głosowania. Najwięcej czasu zajmie podejmowanie



decyzji metodą konsensusu, kiedy każda opcja musi zostać przedyskutowana.



Rys. 1. Sposoby podejmowania decyzji w zespole (na podst. *Schemat...*)

### Praktyczna wskazówka

Aby pomóc uczniom w wyborze najlepszego sposobu podejmowania decyzji, możesz poprosić kilkoro z nich o odegranie przed całym zespołem klasowym scenki decyzyjnej. Poleć wybranej grupie podjęcie decyzji dotyczącej miejsca wspólnego wyjazdu na wakacje. Uczniowie mogą puścić wodze fantazji i planować miejsca nawet najbardziej odległe, jednak poinformuj ich o narzuconym z góry budżecie. Druga decyzja, jaką muszą podjąć, dotyczy podziału obowiązków w związku z planowanym wyjazdem. Przy pierwszym odegraniu scenki nie informuj uczniów o możliwych sposobach podjęcia decyzji, obserwuj, jaką metodę wybiorą sami. Następnie omów z uczniami ich pracę i zaproponuj odegranie scenki jeszcze raz, tym razem z wybranym sposobem podejmowania decyzji. Zaobserwujcie, jaki wpływ ma dana metoda na czas podjęcia decyzji oraz na efekty, jakie przyniesie grupie (np. zadowolenie, akceptacja lub ich brak).



## Korzyści z pracy zespołowej

### Dla uczniów

Praca zespołowa na lekcjach ma zarówno duże walory kształtujące, jak i wychowawcze. Dzięki odpowiednio dobranej do tematu lekcji formie pracy zespołowej uczniowie mają okazję do doskonalenia swoich umiejętności twórczego rozwiązywania problemów oraz pogłębiania myślenia abstrakcyjnego. Szczególne korzyści z pracy w zespole mają uczniowie z trudnościami edukacyjnymi, którzy niejednokrotnie doświadczają większego zainteresowania lekcją, a ich wyniki w nauce się poprawiają. Dzięki czynnemu udziałowi w pracach i osiągnięciach zespołu nabierają wiary we własne siły i chętnie uzupełniają dotychczasowe wiadomości.



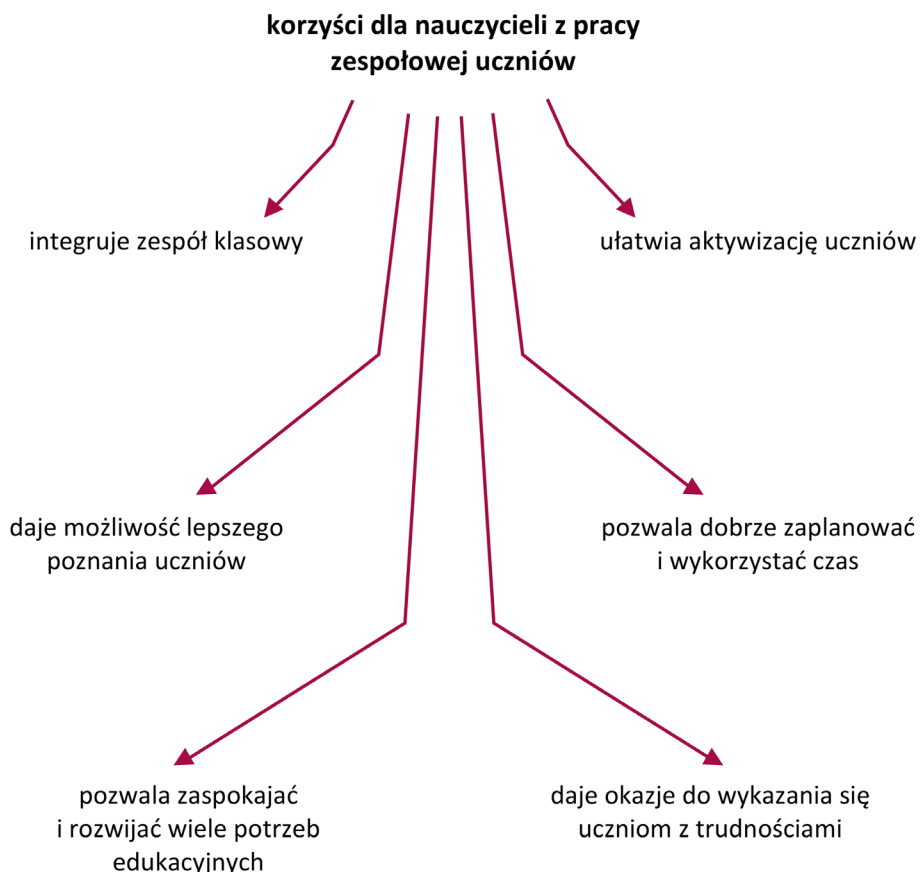
Rys. 2. Jakie korzyści przynosi praca zespołowa uczniom? (na podst. *Dlaczego praca...*)





## Dla nauczycieli

Również nauczyciele czerpią korzyści ze stosowania formy pracy zespołowej w procesie nauczania/uczenia się. Przedstawiliśmy je poniżej w formie schematu (Rys. 3).



Rys. 3. Korzyści dla nauczyciela wynikające z prowadzenia zajęć z wykorzystaniem formy pracy zespołowej (na podst. jw.)

## Eksperymenty, obserwacje i pokazy

O tych zagadnieniach pisaliśmy obszernie w zeszytach 1 i 2 tego zestawu. W tym miejscu jeszcze raz odwołujemy się do tych najbardziej popularnych metod nauczania, które sprzyjają aktywności badawczej uczniów nie tylko na zajęciach fizyki.

Przypomnijmy, eksperyment jest metodą badania obiektu, zjawiska lub procesu w ściśle określonych warunkach i zgodnie z procedurą. Tylko rzetelnie przeprowadzone badanie daje podstawy do wnioskowania. Eksperyment polega na celowej zmianie jednego z czynników i sprawdzeniu, jak ta zmiana wpłynie na dany proces.



W eksperymencie, czyli pełnym postępowaniu badawczym, wyróżniamy następujące etapy realizacji:

- sformułowanie problemu badawczego;
- sformułowanie hipotez;
- zaplanowanie przebiegu doświadczenia z zastosowaniem próby kontrolnej i próby badawczej;
- ustalenie **zmiennej niezależnej**, czyli tego czynnika, który w eksperymencie został celowo zmieniony i którego wpływ na dane zjawisko badamy; ustalenie **zmiennej zależnej**, czyli tej cechy badanego obiektu, zjawiska, procesu, na którą wpływ ma (przynajmniej hipotetycznie) zmienna niezależna;
- zaplanowanie i zmontowanie zestawów doświadczalnych;
- przeprowadzenie doświadczenia;
- obserwowanie przebiegu zmian i matematyczne opracowanie wyników;
- sformułowanie wniosków;
- weryfikacja hipotezy, czyli stwierdzenie, czy była ona prawdziwa.

**Eksperyment z pomiarem** – decydującą rolę odgrywa w nim wynik pomiaru służącego poznaniu nowych wiadomości lub zweryfikowaniu ustalonej hipotezy roboczej. To odróżnia go od opisanego wyżej rodzaju eksperymentu. Dlatego pomiary w tego typu doświadczeniach laboratoryjnych należy wykonywać z odpowiednią dokładnością.

Czynności poznawcze uczniów wykonujących różne doświadczenia laboratoryjne pozwalają wyróżnić dwa rodzaje eksperymentów:

- eksperyment badawczy (opisany wyżej);
- eksperyment ilustracyjny (pokaz).

**Eksperyment ilustracyjny (pokaz)** – wykorzystanie doświadczenia uczniowskiego lub pokazu w tej formie polega na ilustrowaniu informacji, które są przekazywane przez nauczyciela lub zawarte w podręczniku. Czynności ucznia sprowadzają się jedynie do słuchania i przyswajania gotowych treści. Ten rodzaj doświadczeń nie aktywizuje uczniów. Obserwacja jest w tym wypadku tylko ułatwieniem w przyswajaniu materiału. Uczeń nie musi samodzielnie opracowywać wyników doświadczenia ani formułować wniosków, co nie wpływa korzystnie na rozwój myślenia krytycznego i kształtowanie postawy badawczej.

## Propozycje doświadczeń i zajęć do wykorzystania w trakcie pracy zespołowej

### Maszyny proste

Poniżej przedstawiamy propozycję lekcji dotyczącej maszyn prostych, z którymi każdy z nas ma na co dzień do czynienia – chociażby posługując się takimi urządzeniami jak sekator czy



najprostsze nożyczki. Wszystkie proponowane ćwiczenia można wykorzystać do kształtowania kompetencji naukowo-technicznych, kompetencji społecznych oraz umiejętności uczenia się.

**Temat:** Maszyny proste

### **Cele ogólne**

- zapoznanie uczniów z prawami fizyki leżącymi u podstaw maszyn prostych;
- zapoznanie uczniów z praktycznymi zastosowaniami maszyn prostych;
- praktyczne demonstracje i samodzielne doświadczenia uczniów z maszynami prostymi;
- wyrabianie kultury technicznej;
- wyrabianie nawyków prawidłowego i bezpiecznego posługiwania się podstawowymi narzędziami mechanicznymi;
- kształtowanie nawyków utrzymywania porządku na stanowisku pracy lub stanowisku badawczym;
- utrwalanie nawyków właściwej organizacji pracy (doświadczalnej) i współpracy uczestników na stanowisku badawczym.

### **Cele dla ucznia**

Zapoznanie się z urządzeniami zwanymi maszynami prostymi na praktycznych przykładach z codziennego życia.

### **Metody nauczania i formy pracy**

- pogadanka, doświadczenia przeprowadzane przez uczniów (niektóre doświadczenia mogą, choć nie muszą, mieć formę zajęć terenowych);
- praca w grupach lub z całą klasą.

### **Potrzebne materiały**

Wskazywane są przy każdym doświadczeniu. Doświadczenia i pokazy zaproponowane poniżej wymagają nieraz przygotowań warsztatowych.

### **Przebieg lekcji**

Trzonem zajęć są doświadczenia uczniowskie. Nauczyciel przedstawia tylko krótki wstęp teoretyczny, skupiając się na:

- analizie sił w maszynach prostych (głównie dźwigniach);
- analizie pracy tych sił.



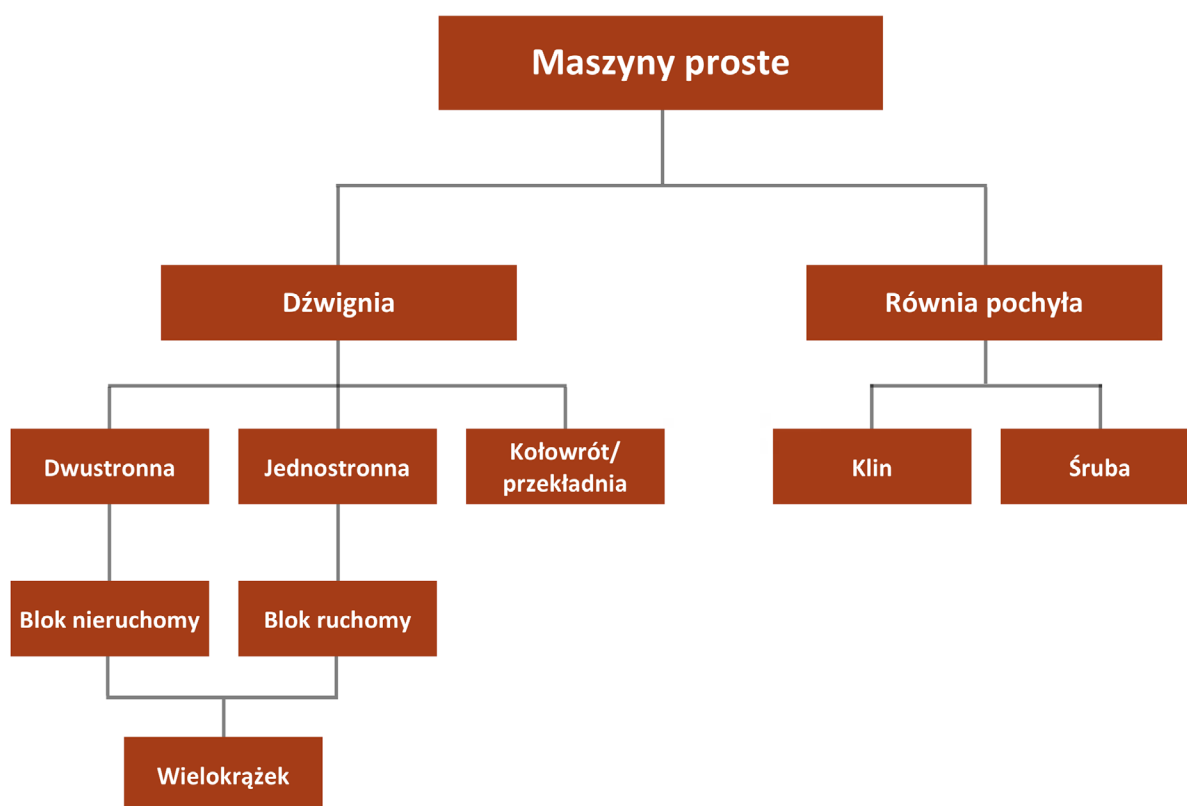
Przedstawione jest to poniżej w na schematach wyjaśniających zasadę działania każdej z omówionych maszyn, które nauczyciel może wykorzystać w trakcie prowadzonych zajęć (Rys. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12).

Dalsze wyjaśnienia udzielane są uczniom w trakcie omawiania przebiegu i wyników doświadczeń.

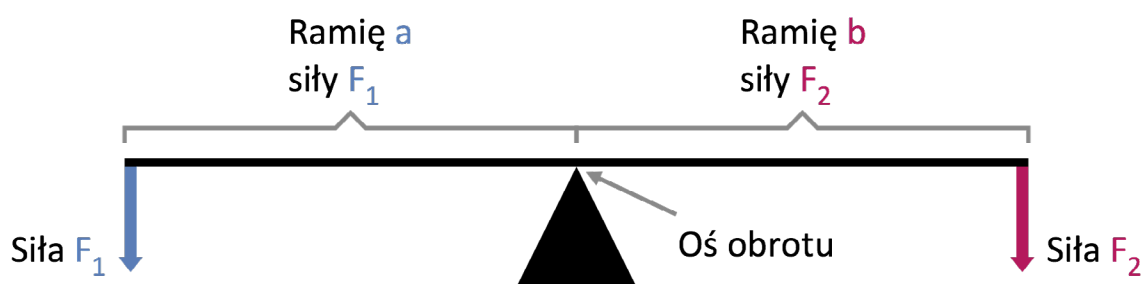
### Komentarz metodyczny

W zależności od czasu, jaki nauczyciel może przeznaczyć na lekcję (jedna lub dwie jednostki lekcyjne), powinien wybrać z zaprezentowanego poniżej zestawu kilka ćwiczeń tak, aby stanowiły one spójną logicznie całość i były dopasowane do możliwości danej klasy. Praktyka dydaktyczna nauczycieli wskazuje, że na podstawie pojedynczych doświadczeń z mechaniki ogromna większość uczniów (z wyjątkiem uczniów zdolnych o rozwiniętej umysłowości analitycznej i syntetycznej) nie jest w stanie przełożyć wyników własnych obserwacji na inne typy maszyn. Większość uczniów nie potrafi dostrzec w takich doświadczeniach odniesień do realnych działań/zastosowań praktycznych w życiu codziennym i technice.

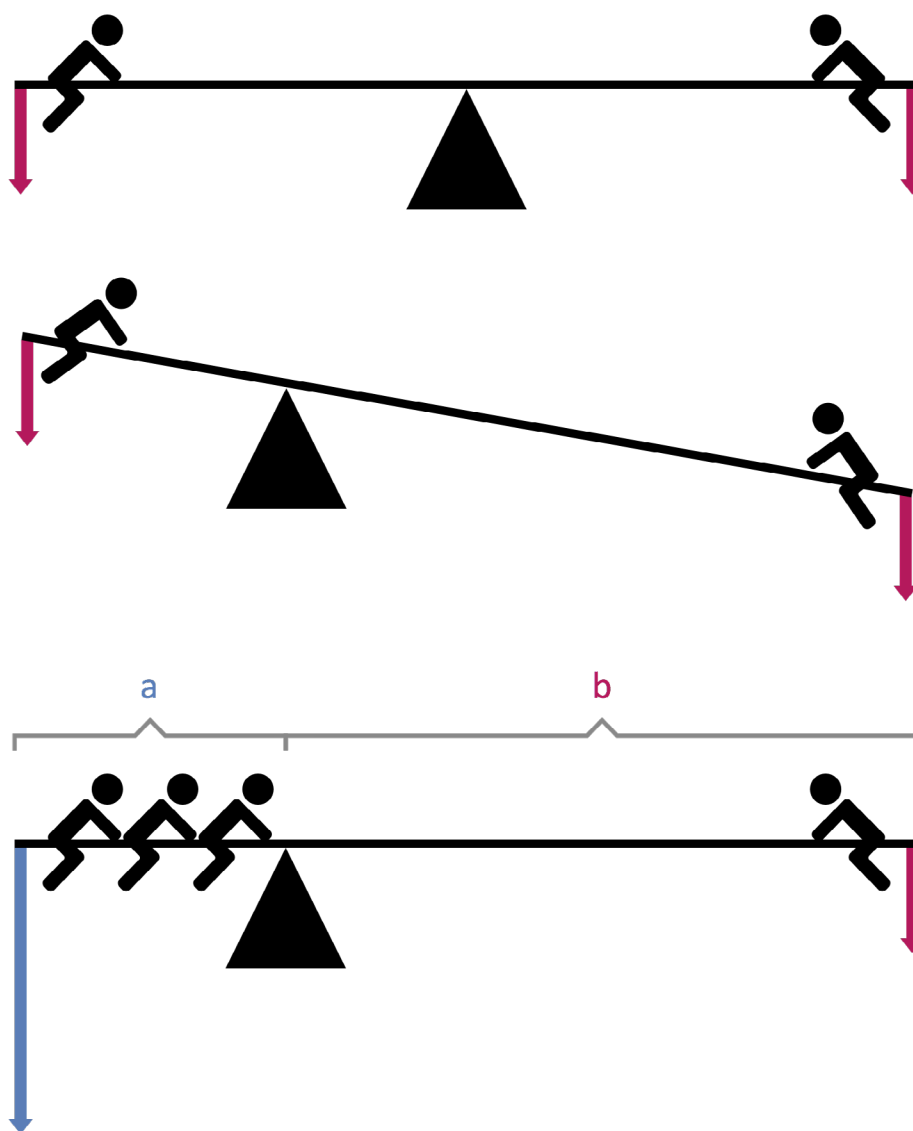
Zaproponowane lekcje mogą być przeprowadzone jako wspólne lekcje z przedmiotów: fizyka i technika.



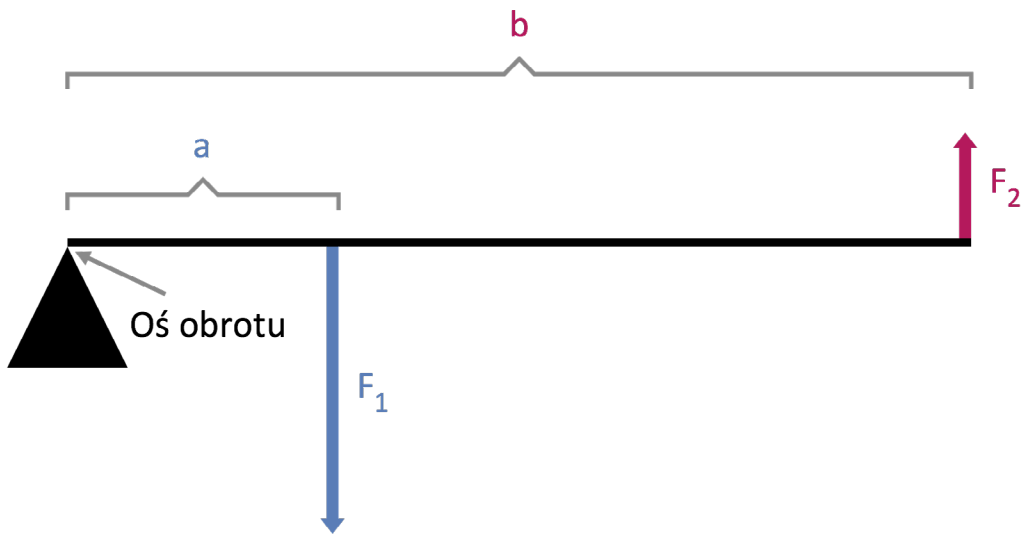
Rys. 4. Klasyfikacja maszyn prostych



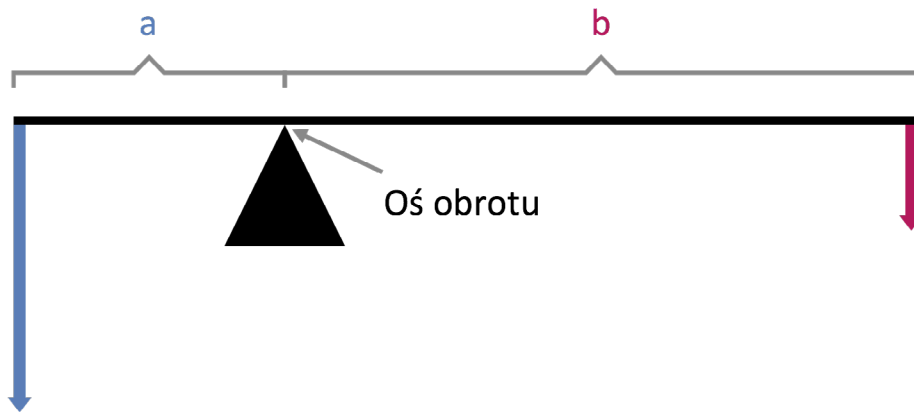
Rys. 5. Schemat dźwigni dwustronnej



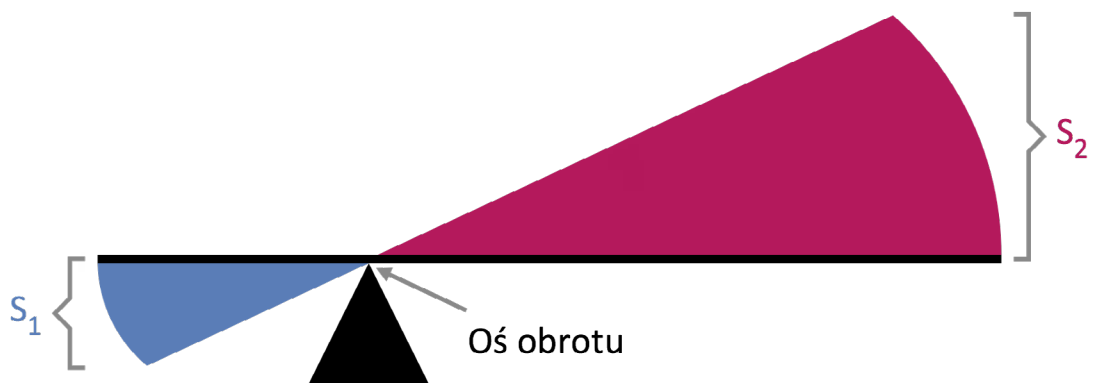
Rys. 6. Dźwignia dwustronna – rozkład sił w zależności od długości ramion



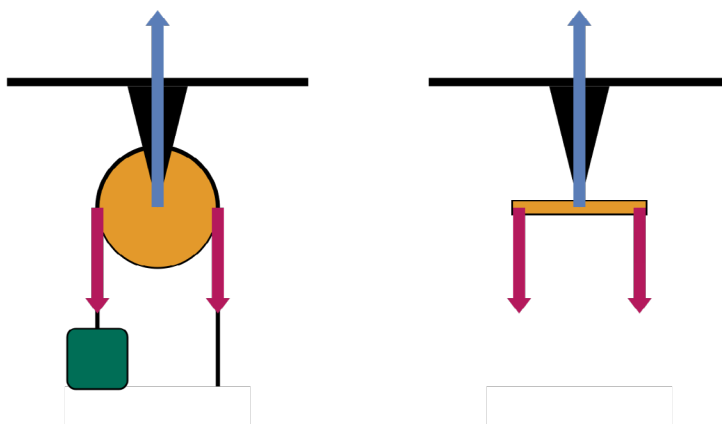
Rys. 7. Schemat dźwigni jednostronnej



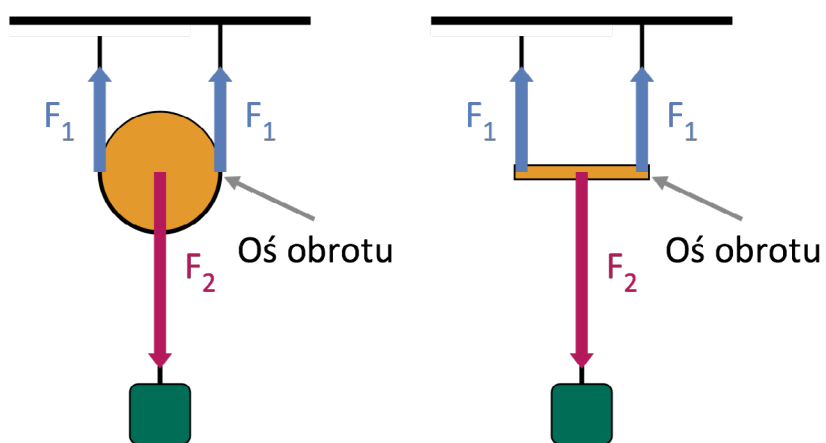
Rys. 8. Dźwignia dwustronna – rozkład sił



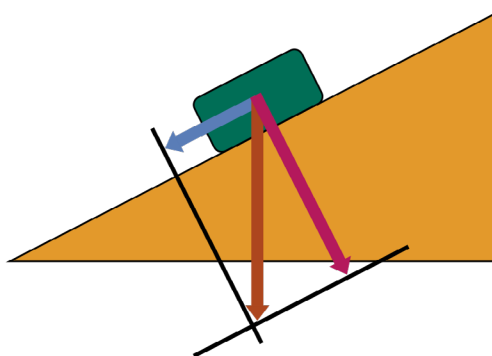
Rys. 9. Dźwignia dwustronna – przemieszczenia wyrażone wzorem  $S_1 \cdot F_1 = S_2 \cdot F_2$



Rys. 10. Blok nieruchomy



Rys. 11. Blok ruchomy – zależność sił wyrażona wzorem



Rys. 12. Równia pochyła – schemat rozkładu sił



## Doświadczenie 1

**Użycie nożyc/sekatora jako przykładu dźwigni dwustronnej. Przycinanie pręta nożycami dwuręcznymi**

(tytuł alternatywny: Przycinanie grubych gałęzi dwuręcznym sekatorem)

### Cele szczegółowe

Demonstracja zależności wielkości momentu siły od długości ramienia siły.

### Metody nauczania i formy pracy

- doświadczenie przeprowadzane przez uczniów pod kontrolą nauczyciela, dyskusja moderowana przez nauczyciela;
- praca z całą klasą.

### Potrzebne materiały

- sekator dwuręczny o długich ramionach, najlepiej kowadełkowy lub nożyce dwuręczne do drutu i prętów;



### Sekator kowadełkowy i nożyce dwuręczne

- odcinki gałęzi o średnicy 3–4 cm i długości 50–60 cm lub drut, pręt (może być mosiężny)  $\phi 5-6$  cm, ale najlepiej (robi największe wrażenie) pręt ze stali zbrojeniowej, żebrowany  $\phi 5-6$  cm długości 15–20 cm.
- mocowadło do zamocowania ciętego pręta (imadło, ścisk stolarski); gałęzie nie wymagają zamocowania.

### Przebieg ćwiczenia

Nauczyciel: Prezentuje uczniom nożyce/sekator. Pyta, z jakim rodzajem dźwigni mamy tu do czynienia.

Uczniowie: Odpowiadają, nauczyciel ewentualnie koryguje.

N: Prezentuje próbki do przecięcia. Wskazuje, że nie da się ich złamać, a przecięcie piłą wymaga sporo pracy. Instruuje uczniów, jak ciąć nożycami.





U: Układają próbki gałęzi na podłodze, podpierając na jednym końcu kawałkiem drewna (może być druga gałąź). Drugi koniec przyciskają stopą. Obejmują szczękami sekatora i odcinają kawałek próbki, trzymając **za końce rączek narzędzia**. Próbują przeciąć ponownie, trzymając rączki w środku długości, a potem jeszcze bliżej osi. Próbę może wykonać po kolei kilku uczniów, a jeśli mamy kilka sekatorów – cała klasa.

Tak samo uczniowie postępują z prętem metalowym, przy czym **próbka musi być stabilnie zamocowana** w imadle, ewentualnie przykręcona do stołu ściskiem.

N: Pyta uczniów, kiedy cięcie jest najłatwiejsze (wymaga najmniejszej siły/najmniejszego wysiłku) lub od razu omawia wyniki doświadczenia.

N: Demonstruje ruch rączek i szczęk nożyc/sekatora bez próbki i zwraca uwagę uczniów na dużą dysproporcję przesunięć szczęk tnących do przesunięć dłoni trzymających rączki narzędzia.

### Uwagi techniczne

1. Odcinki konarów do cięcia powinny być świeże; suche tną się znacznie trudniej, niekiedy pękają.
2. Jeśli drut/pręt jest ze stali, to tylko ze stali miękkiej.
3. Należy używać sprawnych narzędzi o ostrych ostrzach. Stępione ostrza tnące wymagają użycia bardzo dużych sił na rączkach, przez co uczniowie nie zauważają, że siły te są różne przy różnych długościach ramion.

### Bezpieczeństwo

Przy cięciu drutu próbka musi być stabilnie, mocno zamocowana w imadle. **Nie może być przytrzymywana dłońmi!** Nauczyciel pilnuje, by w momencie przecinania żaden z uczniów nie zbliżał rąk do strefy cięcia.

Przy cięciu gałęzi **ten sam** uczeń przyciska nogą jeden koniec konaru i odcina kawałek z drugiego końca. Wykluczona jest sytuacja, że jeden uczeń tnie, a inni przytrzymują materiał nogą lub ręką.

### Komentarz metodyczny

Uczniowie z łatwością zauważają, że najłatwiej przeciąć próbkę, gdy trzymamy za końce rączek. Jeśli trzymamy bliżej osi, to cięcie jest trudniejsze lub wręcz niemożliwe do wykonania. Uczniowie powinni sami wyciągnąć wniosek, (lub nauczyciel zwróci ich uwagę), że cięcie jest najłatwiejsze, gdy długość ramion dźwigni jest największa.

Do doświadczenia należy wybrać nożyce o prostej konstrukcji (bez dodatkowych mechanizmów wspomagających, których działania uczniowie nie rozumieją).



## Doświadczenie 2

Łom używany jako dźwignia dwustronna

### Cele szczegółowe

Wskazanie innych form technicznych dźwigni dwustronnej.

### Metody nauczania i formy pracy

- pogadanka, doświadczenie wykonywane przez uczniów pod kontrolą nauczyciela;
- praca w grupach lub z całą klasą.

### Potrzebne materiały

- łom zagięty (łapka) lub młotek ciesielski z pazurami równej długości do wyciągania gwoździ;



- krawędziak o wymiarach przekroju poprzecznego ok. 10 x 10 cm z drewna sosnowego długości ok. 50 cm; krawędziak można zastąpić kawałkiem grubej (co najmniej 3 cm) deski, ale wtedy gwoździe przejdą na wylot, więc trzeba uważać przy wbijaniu by nie zniszczyć blatu stołu (pod koniec wbijania oprzeć deskę na dwóch, blisko ustawionych, stołach, tak by gwoździe weszły w szczelinę między blatami);
- gwoździe stalowe o długości ok. 6–10 cm (dostosowane do wielkości używanego narzędzia).

### Przebieg ćwiczenia

N: Zauważa, że dźwignia dwustronna nie musi mieć formy prostej belki. Bardzo często jest wygięta, co w niczym nie przeszkadza, jeśli tylko przyłożymy siły w odpowiednim kierunku (prostopadle do dźwigni; innych kierunków nie rozpatruje się na tym etapie kształcenia). Pokazuje uczniom łom lub młotek ciesielski.



U: Powinni rozpoznawać te przedmioty, jak również mieć pewną orientację o tym, jak ich używać.

N: Prosi uczniów o wbicie kilku gwoździ w przygotowany krawędziak lub grubą deskę. Gwoździe nie są wbijane do końca – łepiek powinien wystawać na 1–3 mm dla łatwego chwytu szczękami obcęgow. Jeśli uczniowie robią to nieporadnie, obawiając się uderzyć młotkiem w palce przytrzymujące gwóźdź, to demonstruje prawidłowy sposób trzymania i posługiwania się młotkiem.

Alternatywnie nauczyciel może sam wcześniej przygotować deskę z wbitymi gwoździami lub wykorzystać deskę pozostałą po doświadczeniu przeprowadzonym w innej grupie.

N: Wkłada wystający łepiek gwoździa między pazurki łomu lub młotka i wyciąga częściowo gwóźdź. Trzymając narzędzie w tej pozycji, dyskutuje z uczniami.



U i N: Ustalają, gdzie leży oś obrotu w trakcie pracy narzędzia i jak przyłożone są siły działające na narzędzie (pochodzące od gwoździa, ręki i ewentualnie podłoża – to ostatnie tylko z uczniami bardziej zaawansowanymi). Uczniowie po ewentualnych wyjaśnieniach widzą, że jest to dźwignia dwustronna o nierównych ramionach.

U: Na polecenie nauczyciela przystępują do wyciągania gwoździ. Chwytają gwoździe różnymi częściami pazurków.

N i U: Uczniowie powinni zauważyć lub ustalić w rozmowie, że wyciąganie idzie łatwiej (wymaga mniejszej siły), gdy maksymalnie skrócimy ramię dźwigni ciągnącej gwóźdź (wsuniemy pazurki możliwie głęboko) oraz wtedy, gdy trzymamy za koniec trzonka lub łomu (długie ramię naszej siły).

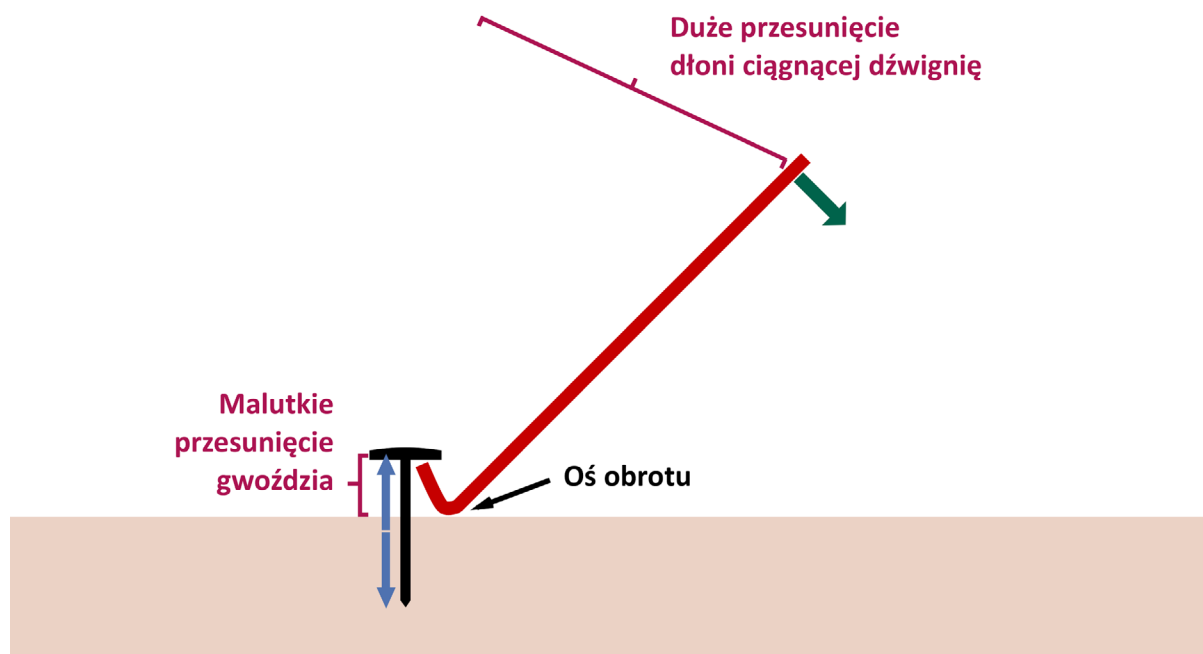
N: Dla wykazania, że siła, którą działamy na gwóźdź, jest wielokrotnie większa niż siła, którą działamy na długie ramię dźwigni, nauczyciel poleca spróbować zahaczyć pazurkami i wyciągnąć jeden gwóźdź, ciągnąc po prostu do góry.



U: Oczywiście to się nie udaje, więc naocznie przekonują się, że użycie dźwigni przynosi efekty.

N: Przy okazji, nauczyciel pokazuje prawidłowy kierunek wyciągania gwoździ wbitych skośnie.

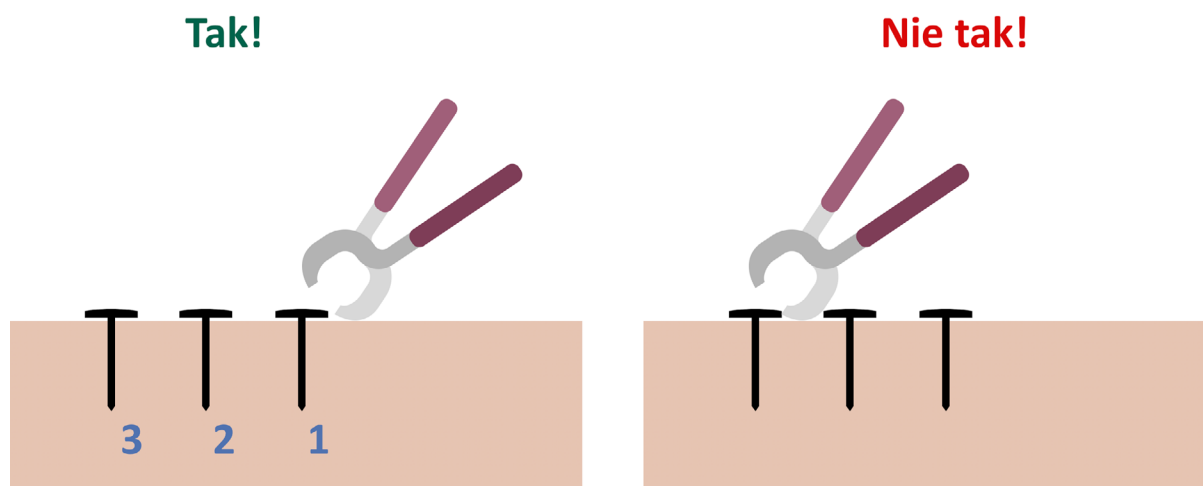
N: Przykładając łom do częściowo wyciągniętego gwoźdź, zwraca uwagę uczniów na dysproporcję dróg przebytych przez oba końce dźwigni:



Dla bardziej zaawansowanych uczniów: wartość pracy wykonanej przez obie siły jest równa.

### Bezpieczeństwo

Wyciągamy gwoździe w takiej kolejności, by w razie omsknięcia się obcęgow nie zranić dłoni pozostałymi gwoździami:





Dla pewniejszego chwytu, gdy uczniom pocą się ręce, wskazane jest użycie rękawic „grip”; wystarczą wampirki.

Element z gwoździami przymocujemy ściskami stolarskimi do stołu lub dwóch stołów, jeśli gwoździe wystają z drugiej strony. Może też być przytrzymywany rękami przez innych uczniów, ale z daleka od pola działania narzędzia.

### **Komentarz metodyczny**

Fizyka:

Przy okazji wbijania gwoździ nauczyciel może poczynić uwagi nt. pracy, energii kinetycznej i przemian energii, siły i zmian pędu, prędkości liniowej w ruchu obrotowym i in., jeśli tematy te były już omawiane lub będą realizowane w najbliższej przyszłości.

Technika:

Przy wbijaniu gwoździ należy unikać niefachowych sposobów przytrzymywania gwoździa szczypcykami, tekturką, drucikiem itp. Takie podejście, jakkolwiek można uznać je za kształcenie kreatywności, nie wyrabia właściwych nawyków i sprawności manualnej w posługiwaniu się najprostszymi narzędziami.

## **Doświadczenie 3**

### **Nietypowe zastosowanie kombinerek – dźwignia jednostronna**

#### **Cele szczegółowe**

Wskazanie innych form technicznych dźwigni jednostronnej oraz działania sił przy jej użyciu.

#### **Metody nauczania i formy pracy**

- pogadanka, doświadczenie wykonywane przez uczniów pod kontrolą nauczyciela;
- praca w grupach lub z całą klasą.

#### **Potrzebne materiały**

- łom z oczkiem do wyciągania gwoździ; prezentowany na zdjęciu jest przeznaczony do wyciągania małych gwoździ; łomy takie są mniej popularne; w Polsce dostępne marki to Hultafors (markety Jula) i Stanley (w razie braku specjalistycznego łomu używamy zwykłych kombinerek).
- deska 3 cm do wbijania gwoździ lub krawędziak o wymiarach przekroju poprzecznego ok. 5 x 5 cm z drewna sosnowego długości ok. 50 cm (w wypadku deski gwoździe przejdą na wylot, więc trzeba uważać przy wbijaniu by nie zniszczyć blatu stołu:



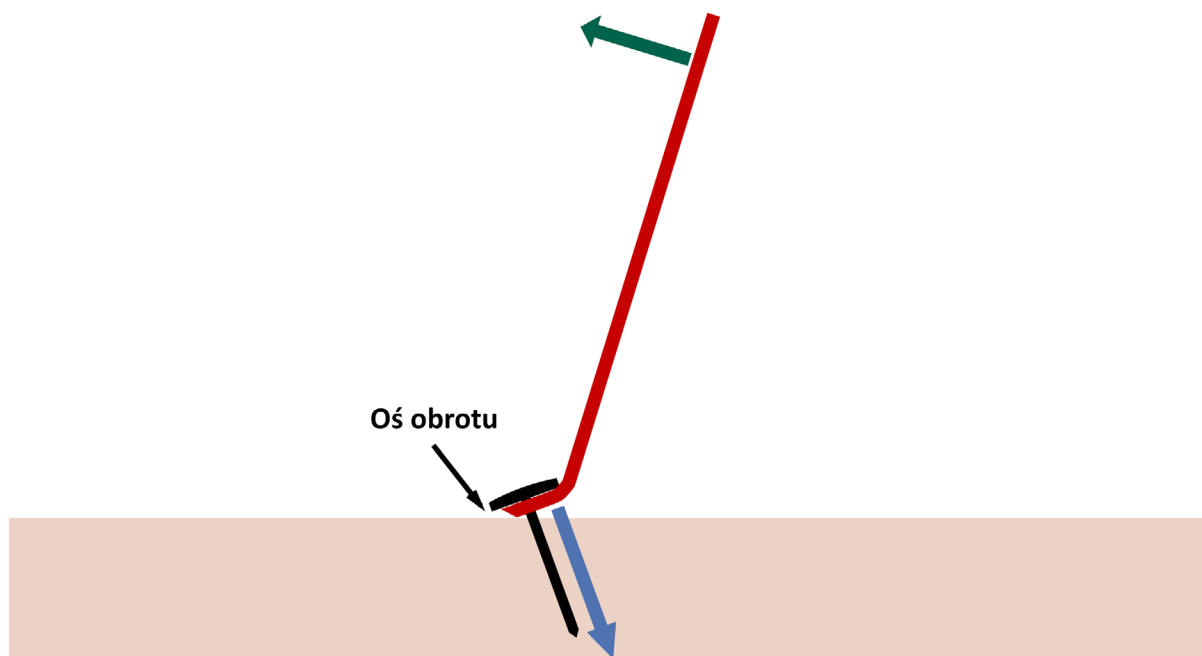
pod koniec wbijania oprzeć deskę na dwóch, blisko ustawionych, stołach, tak by gwoździe weszły w szczelinę między blatami);

- gwoździe krótsze: o długości ok. 3–5 cm;
- łom prosty o długości 120–150 cm (można też użyć prostej strony łomu zagiętego).

### Przebieg ćwiczenia

Praca i pogadanka z uczniami przebiega identycznie jak w doświadczeniu 2 z łodem wygiętym (dźwignią dwustronną).

Użycie narzędzia prezentuje fotografia:



Narzędzie do wyrywania gwoździ i schematyczny rozkład sił

Jeśli dysponujemy tylko kombinerkami, to łepiek gwoździa musi wystawać na 2–3 mm.

N: Prosi uczniów, by spróbowali wyrwać gwoździe wbite w deskę, chwytając je szczypcami i ciągnąc do góry.

U: Tym sposobem nie udaje im się wyrwać gwoździ.

N: Pokazuje nietypowe użycie kombinerek: kładzie lekko rozwarte kombinerki na desce (ostrza do cięcia na dole), chwytają ostrzami do cięcia łepiek gwoździa, zaciskają ale nie tak mocno, by przeciąć gwóźdź (niekiedy jest to nawet niemożliwe), i ciągnąc w górę za rękojeści, wyciąga gwóźdź. Końce szczęk opierają się o deskę, tworząc oś obrotu.



U: Próbuje tego samego, przekonując się, że teraz nie potrzeba już wielkiej siły do wrywania gwoździ.

### Komentarz metodyczny

W tym ćwiczeniu z użyciem kombinerek nauczyciel powinien zwrócić uwagę uczniów na różnice dróg dłoni działających małą siłą i ostrzy szczęk działających siłą zwielokrotnioną.

## Doświadczenie 4

### Bezpieczne i efektywne użycie łoża prostego (brechy) – dźwignia jednostronna

(doświadczenie-demonstracja w terenie)

#### Metody nauczania i formy pracy

- pogadanka, doświadczenie wykonywane przez uczniów pod kontrolą nauczyciela;
- praca w grupach lub z całą klasą.

#### Potrzebne materiały

- łożo proste o długości 120–160 cm (klasyczna brecha);
- duży krawężnik betonowy lub kamienny, ewentualnie duży głaz polny.

#### Przebieg ćwiczenia

U: Uczniowie mają przesunąć ciężki element niemożliwy do udźwignięcia.

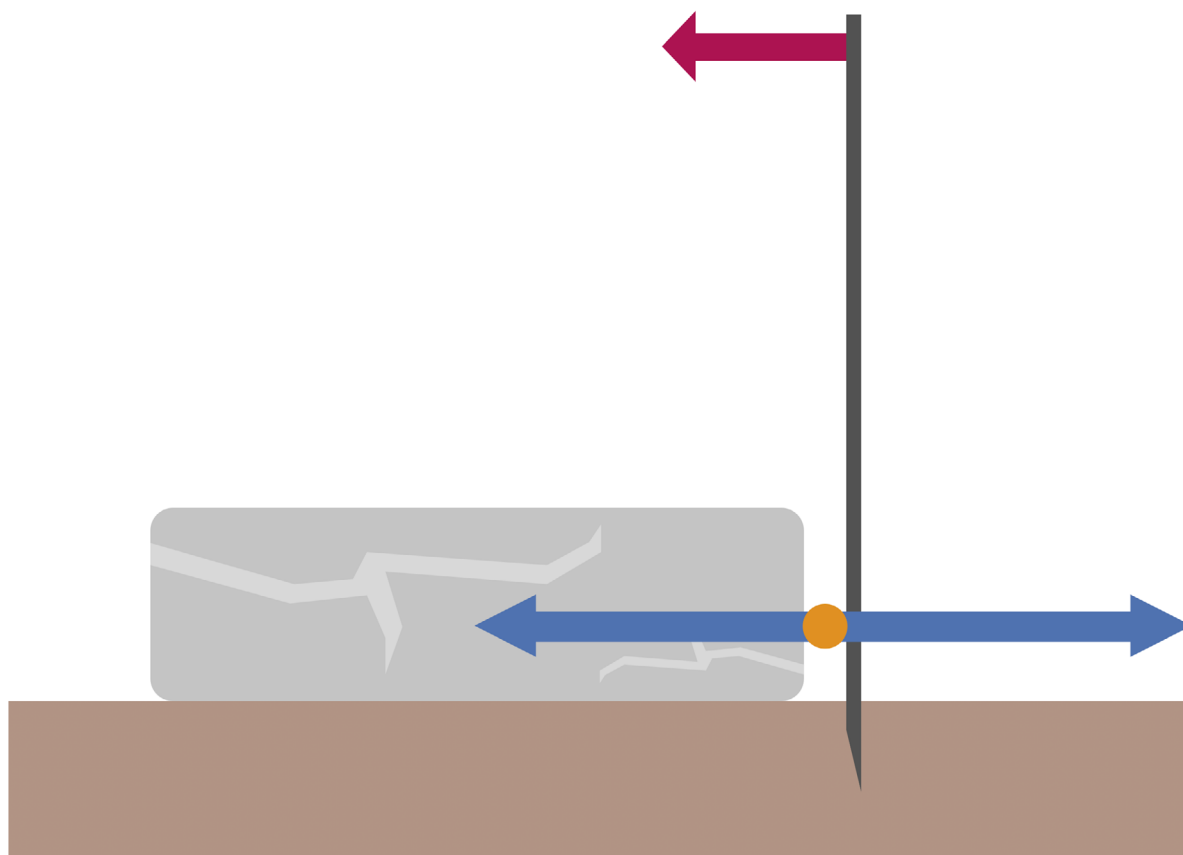
N: Demonstruje klasyczne użycie łoża prostego: trzymając łożo poziomo przy ziemi, podkłada koniec drąga żelaznego pod krawężnik. Unosi drugi koniec drąga do pozycji niemal pionowej. Ciężar najpierw lekko się unosi, a potem ześlizguje z drąga, przesuając się o kilka centymetrów w bok.

U: Próbuje podobnie, przesuując głaz/krawężnik. Relacjonują swoje wrażenia:

- Jakiej siły musieli użyć?
- Czy była ona duża?
- Czy była na granicy ich możliwości?

N: Zwraca uwagę uczniów na różnice dróg dłoni działających małą siłą (od ziemi do wysokości całej długości drąga) i przesuwanego ciężaru.

N: Pokazuje inny sposób: mocno wbija łożo w ziemię tuż przy krawędzi krawężnika. Trzymając za drugi koniec drąga, napiera na ścianę głazu (można podłożyć drewnianą podkładkę), przesuując masywny element o kilka centymetrów.



Rys. 13. Schematyczny rysunek sił występujących przy popychaniu dźwigni jednostronną bloku kamiennego

U: Próbuje przesunąć ciężar w ten sam sposób.

N: Zadaje pytania, np.

- Czy można dokładnie określić położenie osi obrotu?
- Gdzie jest punkt przyłożenia siły do głazu?

U i N: Ustalają odpowiedzi.

### Bezpieczeństwo

Nie wolno dopuścić do tego, by ktokolwiek wsuwał stopy lub dłonie w szczelinę między dźwigniętym ciężarem a podłożem. Tak przetaczany krawężnik może się zawsze przewrócić na drugi bok. Osoby obserwujące poczynania demonstratorów stoją co najmniej 1 m od głazu.

Brechę wbijamy lekko skośnie pod głaz, a dopiero wbitą prostujemy do pionu. Uważamy na stopy.





## Doświadczenie 5

### Wielokrążek prosty (talía)

#### Metody nauczania i formy pracy

- pogadanka, doświadczenie wykonywane przez uczniów pod kontrolą nauczyciela;
- praca w grupach lub z całą klasą.

#### Potrzebne materiały

- wielokrążek o nośności przewyższającej zastosowane ciężary; użyty w tym doświadczeniu: marki Hamron, wytrzymałość (zrywanie) 1000 kg, dostępny w markecie Jula i nieznacznie zmodyfikowany dla poprawienia błędu konstrukcyjnego i zwiększenia przełożenia; przy założeniu współczynnika bezpieczeństwa 5 pozwala bezpiecznie podnosić masy do 200 kg;



- katetometr zrobiony ze statywu laboratoryjnego i kawałka rurki miedzianej. Na zdjęciu obok: katetometr szkolny. Po prawej montaż ładunku do podnoszenia wielokrążkiem. Widoczna bryła betonowo-kamienna była poprzednio podnoszona na bloku nieruchomym przez dwóch uczniów niemalże wieszających się na linie.
- zawiesie do wielokrążka: tu wykorzystano przerobioną drabinkę gospodarczą wysokości ok. 2 m; do górnego podestu drabinki został przykręcony solidny hak (wytrzymalsze jest oczko pełne); by nie doszło do odkształcenia cienkiej blachy podestu, podłożono kawałek sklejkę jako podkładkę rozkładającą siły na całą powierzchnię; przeróbka nie przeszkadza w normalnym używaniu drabiny, więc elementów nie trzeba demontować;



Zblocze budowlane i hak zamontowany na drabince gospodarczej służący jako zawiesie wielokrążków

- katetometr, czyli przeziernik mogący się poruszać po pionowej listwie z podziałką do pomiarów wysokości;
- obciążenie (np. butle/kanistry z wodą, tu użyto bloku z betonu i kamienia, podwożonego na wózku);
- wielokrążek o przełożeniu 8:1.

### Przebieg ćwiczenia

Nie mierzymy tutaj sił. Ograniczamy się do pomiaru wielkości przesunięć po obu stronach wielokrążka.

U: Uczeń demonstrator napręży linę wielokrążka (kamienny blok niemal się unosi).

Drugi uczeń zaznacza pisakiem na linie punkt odniesienia.

Trzeci uczeń mierzy katetometrem położenie osi dolnego bloku.

Pierwszy uczeń wybiera linę, podnosząc blok na niewielką wysokość. Przytrzymuje ją w tej pozycji; lepiej wiąże do dolnego szczebla drabinki (to jest możliwe, bo na tym końcu liny nie występują duże siły).

Drugi uczeń zaznacza drugi punkt odniesienia.

Trzeci uczeń mierzy katetometrem nowe położenie dolnego bloku.

Ciążar zostaje opuszczony na wózek.

N i U: Analizują dane. Obliczają przemieszczenie dolnego bloku w pionie (na jaką wysokość został podniesiony ciężar). Mierzą długość wybranej liny między zaznaczonymi punktami. Zestawiają wyniki.



N: Podpowiada uczniom rozumowanie: między górnym i dolnym blokiem jest 8 lin (nie licząc tej, za którą ciągniemy). W stanie równowagi każda z tych lin przenosi taką samą siłę (gdyby tak nie było, to krążki by się obracały, a jest przecież równowaga). Taka sama siła działa na linę, którą ciągniemy (jest połączona z pozostałymi). Tych osiem sił na linach między blokami równoważy cały zawieszony ciężar, zatem na każdą z lin działa  $1/8$  ciężaru bryły zawieszonej na dolnym bloku. Taką samą siłą (ośmiokrotnie mniejszą od zawieszonego ciężaru) musimy ciągnąć drugi koniec liny, by unieść ciężar, czyli teoretyczne przełożenie wielokrążka wynosi 8:1, co zgadza się z wynikami pomiarów.

### **Bezpieczeństwo**

Z uwagi na duży ciężar absolutnie niedopuszczalne jest podkładanie pod podniesione ciało rąk, stóp itp. Obserwatorzy stoją w odległości 1 m. Pomiary wysokości, na którą podniesiony został ciężar, przeprowadzane są za pomocą katetometru. Ciężar podnosimy tylko nieznacznie – na ok. 10–20 cm nad podłożem.

### **Komentarz metodyczny**

Przykładowy wynik uzyskany w czasie przeprowadzania tego doświadczenia: Aby podnieść ciężar o 17 cm, wybrano 141 cm liny (dane z pomiarów). Stąd przełożenie wielokrążka wynosi  $141 \text{ cm} / 17 \text{ cm} = 8,29$ , czyli podnosząc masę ok. 80 kg, trzeba było użyć siły równoważnej masie 10 kg (100 N).

Choć temat doświadczenia wykracza poza podstawę programową, to warto je przeprowadzić, bo dopiero takie praktyczne działania robią odpowiednie wrażenie na uczniach i pozostawiają ślad w pamięci.



## Doświadczenie 6

### Klin jako odmiana równi pochytej

#### Metody nauczania i formy pracy

- pogadanka, doświadczenie wykonywane przez uczniów pod kontrolą nauczyciela;
- praca w grupach lub z całą klasą.

#### Potrzebne materiały

- płaskie kliny z twardego drewna o kącie przy podstawie  $90^\circ$  (tak jak równia pochyła), długie na ok. 20 cm, szerokie na ok. 5 cm, wysokie na ok. 2 cm;
- młotek ślusarski lub podobny 500 g;
- płyta meblowa lub podobna (np. kawałek grubej sklejkki) o wymiarach ok. 60 x 60 cm.

#### Przebieg ćwiczenia

N: Zgodnie z zasadą względności ruchu jest wszystko jedno, czy ciało podjeżdża do góry po równi, czy też równia podjeżdża pod ciało. Wtedy równię nazywa się klinem, ale idea rozkładu sił jest taka sama.

U: Przygotowują doświadczenie: kładą płytę na podłogę, w okolicach rogów płyty podkładają pod nią kliny. 2–4 uczniów staje na płycie. Kolejny uczeń, postukując niezbyt mocno w kliny, wbija je pod płytę. Płyta unosi się, w miarę jak kliny są dobijane.

N: Zwraca uwagę, że tak lekkimi uderzeniami młotka (tzn. małymi siłami) nie zdołalibyśmy podnieść płyty z uczniami nawet na jotę. Zwraca uwagę, że aby podnieść płytę o ok. 2 cm, musieliśmy wbić klin o ok. 20 cm.

#### Bezpieczeństwo

Jeśli operujący młotkiem uczeń nie jest zbyt wprawny, to by uniknąć przypadkowego uderzenia w stopę kogoś stojącego na płycie, kładzie młotek płasko na podłodze i uderza, cały czas prowadząc narzędzie poziomo.



## Doświadczenia 7

**Klin wywiera wielkie siły prostopadle do swoich płaszczyzn**

### Metody nauczania i formy pracy

- pogadanka, doświadczenie wykonywane przez uczniów pod kontrolą nauczyciela;
- praca w grupach lub z całą klasą.

### Potrzebne materiały

- młotek 350–500 g nieoprawiony;
- trzonek do młotka wstępnie dopasowany do posiadanego młotka;
- klin drewniany lub stalowy do osadzania trzonka (można uciąć samemu lub kupić zestaw naprawczy dostępny w marketach budowlanych);
- kawałek belki drewnianej lub mały pieńek;
- drugi młotek 500 g solidnie oprawiony.

### Przebieg ćwiczenia

N: Demonstruje młotek i trzonek, mówiąc, że wykorzystamy klin, by osadzić młotek na trzonku. Klin wywiera ogromne siły prostopadle do swoich powierzchni, jeśli jest wbijany nawet niewielką siłą.

N lub U: Wbijają młotek na trzonek, opierając trzonek o pieńek. Młotek trzyma się, ale chwieje na trzonku. Nie można nim pracować, bo zaraz spadnie.

N lub U: Wbija klin w trzonek młotka (w trzonku powinno być nacięcie, szczególnie jeśli klin jest drewniany). Najlepiej wbijać klin po przekątnej, jednak gotowe nacięcia są najczęściej wzdłuż młotka.

N: Sprawdza, czy po wbiciu klina młotek jest solidnie osadzony i jeśli tak, pozwala uczniom przekonać się, że młotek jest teraz nierozdzielnie związany z trzonkiem tylko przez siły tarcia przy silnym docisku.

U: Uderzają młotkiem w pieńek, przekonując się, że nie obluzowuje się i nie chwieje.

### Bezpieczeństwo

W trakcie prac nikt z obserwatorów nie stoi w płaszczyźnie ruchu młotka. Gdyby ten przypadkowo wypadł z ręki lub odpadł, to nikogo nie zrani.

### Komentarz metodyczny



Nauczyciel może wskazać inne aspekty fizyczne pracy młotkiem; patrz komentarz przy doświadczeniu z wbijaniem i wyciąganiem gwoździ.

## Doświadczenie 8

Śruba może przenosić wielkie siły

### Cele szczegółowe

W tym doświadczeniu uczniowie będą mogli zaobserwować, w jaki sposób przenoszona jest siła i że nawet cienka śruba może unieść duży ciężar.

### Metody nauczania i formy pracy

- pogadanka, doświadczenie pod kontrolą nauczyciela;
- praca z całą klasą.

### Potrzebne materiały

- gruba (przynajmniej 3 cm) deska sosnowa lub odcinek grubej płyty wiórowej (np. jak na blaty w kuchni), długości co najmniej 1 m i szerokości ok. 25 cm;
- wkręty do drewna długości ok. 10 cm (najlepiej samonawiercające z gniazdem typu Torx – gwiazdka, tzw. wkręty do drewna twardego; wkręty z łbem krzyżowym są mniej przydatne – wymagają więcej siły i wprawy przy wkręcaniu; uczniowie mogą sobie nie poradzić);
- niewielki (10 x 10 cm) kawałek blachy stalowej grubości 2 mm lub więcej ( na środku blaszki robimy wgłębienie punktakiem) lub kawałek skorodowanej blachy (wżery korozyjne zastąpią wgłębienie robione punktakiem);
- wkrętarka elektryczna (akumulatorowa) z bitami dostosowanymi do posiadanych wkrętów (Torx).

### Przebieg ćwiczenia

N: Zobaczymy, że nawet cieniutka śruba (5 mm) przenosi wielkie siły. Pokazuje uczniom przygotowany wkręt.

N lub U: Za pomocą wkrętarki wkręca wkręt w deskę ok. 3 cm od jej brzegu. Wkręt musi być wkręcony prostopadle do deski. Koniec wkręta tylko ledwo wystaje po drugiej stronie deski.

U: Kładą deskę na podłodze. Pod wystający czubek wkręta podkładają blaszkę (celując czubkiem we wgłębienie). Zapobiegnie to wkręcaniu się wkręta w podłogę.

Tuż przy wkręcie na desce staje jeden lub dwóch uczniów.



N lub U: Za pomocą wkrętarki wkręca dalej wkręt w deskę. Wkręt wychodzi z drugiej strony i podnosi deskę ze stojącymi na niej uczniami.

Uwaga: jeśli wkręt nie był pierwotnie wkręcony prostopadle do deski, może się złamać.

N: Zwraca uwagę uczniów na duże siły. Pyta, czy nie ma tu oszustwa, przecież deska drugim końcem opiera się o podłogę.

U: Jeśli pamiętają doświadczenia 3 i 4 z dźwignią jednostronną, to wiedzą że *gros* ciężaru spoczywa na śrubie.

N: Zwraca uwagę na samohamowność śruby: nawet duży nacisk nie powoduje odkręcania się śruby.

## Doświadczenie 9

### Kołowrót

#### Cele szczegółowe

W czasie wykonywania doświadczenia uczniowie będą mogli zaobserwować i zrozumieć, że kołowrót działa na zasadzie dźwigni (jedno- i dwustronnej) oraz że korba o dłuższym ramieniu pozwala na użycie mniejszej siły.

#### Wskazówka dla nauczyciela

Doświadczenia z klasycznym kołowrotem nie są bezpieczne, bo kołowrót nie jest samohamowny. Trzeba cały czas uważać i mocno trzymać korbę. W razie puszczenia korby zaczyna ona szybko kręcić się w przeciwną stronę, grożąc poważnym zranieniem eksperymentatora i obserwatorów. Dodatkową trudnością jest to, że w warunkach szkolnych nie ma na czym oprzeć modelowego kołowrotu; nie można go oprzeć na dwóch stołach, ponieważ to uniemożliwia kręcenie korbą.

Jednak obserwacja modelu kołowrotu pozwala znacznie łatwiej zrozumieć, że działa on na zasadzie dźwigni (jedno- i dwustronnej) więc nie należy od razu z tego rezygnować.



### Metody nauczania i formy pracy

- pogadanka, pokaz, doświadczenie pod kontrolą nauczyciela;
- praca z całą klasą.

### Potrzebne materiały

- koziółki do podparcia wału kołowrotu, modelowy kołowrót.



Kołowrót różnicowy podparty na koziółkach. Ramię korby ma regulowaną długość, a wał dwie, niewiele różniące się średnice. Można na tym modelu zademonstrować także działanie zwykłego kołowrotu. (Fot. autor)

### Przebieg ćwiczenia

N: Demonstruje kołowrót (bez obciążenia), pokazując położenia korby, gdy działa on jak dźwignia dwustronna, i inne położenia, gdy działa jak dźwignia jednostronna. Podkreśla, że w obu przypadkach przełożenie jest takie samo, równe stosunkowi długości korby do promienia wału.

U: Kręcą korbą i dopasowują wyimaginowaną dźwignię do sytuacji. Powinni zauważyć, że bardzo mały promień wału, choć korzystny siłowo, to powoduje bardzo powolne wciąganie ładunku. Aby przyspieszyć pracę, należy zatem wydłużyć ramię korby.

### Komentarz metodyczny

Głównym wnioskiem powinno być stwierdzenie, że przy ustalonym oporze na wale korbą o dłuższym ramieniu możemy kręcić, używając mniejszej siły. Jest to przygotowanie uczniów do wprowadzenia pojęcia momentu siły/momentu obrotowego.





## Doświadczenie 10

### Skręcanie żelaznej sztaby w świderek

#### Cele szczegółowe

To doświadczenie umożliwia utrwalenie w świadomości uczniów intuicyjnego pojęcia ramienia siły bez nazywania i definiowania tej wielkości.

#### Cel dla ucznia

Zobaczysz, że im dłuższym ramieniem dysponujesz, tym większą siłą możesz podziałać, tak jak w dźwigni.

#### Metody nauczania i formy pracy

- pogadanka, doświadczenie wykonywane przez uczniów pod kontrolą nauczyciela;
- praca z całą klasą.

#### Potrzebne materiały

- stalowy pręt o przekroju kwadratowym 10 x 10 mm lub 12 x 12 mm ze stali niskowęglowej, długości ok. 50 cm;
- imadło ślusarskie 10–15 cm, klucz francuski zaciskowy;
- rura stalowa grubościenna 1", długości ok. 150 cm do przedłużenia rękojeści klucza.

#### Przebieg doświadczenia

N: Z obserwacji kołowrotu wiemy, że dłuższe ramię korby pozwala działać większą siłą na wale. Wykorzystamy to spostrzeżenie, skręcając kwadratowy pręt stalowy, który będzie pełnił rolę wału.



Przedłużanie rękojeści klucza francuskiego, tutaj zastosowane przy odkręcaniu zabezpieczonej nakrętki

U: Mocują pręt poziomo w imadle ślusarskim. Zaciskają klucz szwedzki na drugim, wolnym końcu pręta.

N: Sprawdza i poprawia zamocowania.



U: Nakładają przedłużkę na rękojeść klucza. Kręcą przedłużką, skręcając zamocowany pręt kwadratowy.

N: Pilnuje, by nie wyginali pręta w trakcie skręcania.



Uczniowie skręcają żelazny pręt. Ci z lewej zapomnieli w ferworze działań, że powinni go trzymać możliwie daleko od osi obrotu

U: Zdejmują skręcony pręt z zamocowań i zabierają na pamiątkę. Jest duża szansa, że zapamiętają także wykorzystywane w doświadczeniu prawa fizyki.

### **Bezpieczeństwo**

Wbrew pozorom doświadczenie to jest bezpieczne. Należy jednak pamiętać, by zwijany pręt był ze zwykłej stali niskowęglowej, a więc miękkiej i niesprężynującej. Nawet jeśli uczniowie puszcza pręt, to nie obróci się on w przeciwnym kierunku (nie odbije).

### **Komentarz metodyczny**

Jeśli pręt będzie skręcany w miarę szybko, to wyraźnie da się wyczuć zmianę jego temperatury; skręcony jest ciepły. Warto zwrócić na to uwagę uczniów. Temat powróci przy omawianiu zagadnień z I zasady termodynamiki.



## Bibliografia

[Dlaczego praca w grupach jest skuteczniejsza niż indywidualna nauka?](#), (b.r.) [online, dostęp dn. 04.12.2017, pdf. 192 kB].

[Fizyka. Liceum ogólnokształcące i technikum – zakres podstawowy \(projekt\)](#), (b.r.) [online, dostęp dn. 04.12.2017, pdf. 260 kB].

[Fizyka. Liceum ogólnokształcące i technikum – zakres rozszerzony \(projekt\)](#), (b.r.) [online, dostęp dn. 04.12.2017, pdf. 287 kB].

Mazur-Roik M., (b.r.), [Cele i zasady pracy zespołowej, organizacja pracy w zespole](#) [online, dostęp dn. 20.11.2017, pdf. 181 kB].

Ostrowska M., Makowiecki F., (b.r.), [Skuteczna komunikacja i sprawna współpraca dzięki TIK](#) [online, dostęp dn. 20.11.2017, pdf. 708 kB].

[Podstawa programowa z komentarzami. Tom 5. Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, gimnazjum i liceum: przyroda, geografia, biologia, chemia, fizyka](#), (b.r.) [online, dostęp dn. 20.11.2017, pdf. 925 kB].

[Schemat przedstawiający sposoby podejmowania decyzji w zespole](#), (b.r.), CEO [online, dostęp dn. 20.11.2017, pdf. 239 kB].

Żmijski J., (b.r.), [Jak dzielić klasę na zespoły?](#) [online, dostęp dn. 20.10.2017, pdf. 400 kB].

## Spis ilustracji

Tab. 1. Cechy charakterystyczne grup efektywnych i nieefektywnych (na podst. Mazur-Roik, b.r.: 11)	4
Rys. 1. Sposoby podejmowania decyzji w zespole (na podst. Schemat...)	6
Rys. 2. Jakie korzyści przynosi praca zespołowa uczniom? (na podst. Dlaczego praca...)	7
Rys. 3. Korzyści dla nauczyciela wynikające z prowadzenia zajęć z wykorzystaniem formy pracy zespołowej (na podst. jw.)	8
Rys. 4. Klasyfikacja maszyn prostych	11
Rys. 5. Schemat dźwigni dwustronnej	12
Rys. 6. Dźwignia dwustronna – rozkład sił w zależności od długości ramion	12



Rys. 7. Schemat dźwigni jednostronnej	13
Rys. 8. Dźwignia dwustronna – rozkład sił	13
Rys. 9. Dźwignia dwustronna – przemieszczenia wyrażone wzorem $S_1 \cdot F_1 = S_2 \cdot F_2$	13
Rys. 10. Blok nieruchomy	14
Rys. 11. Blok ruchomy – zależność sił wyrażona wzorem	14
Rys. 12. Równia pochyła – schemat rozkładu sił	14



