

## V. KONSPEKTY – UCZELNIA WYŻSZA

### „JAK WBIĆ SIĘ DO NIEBA?”

**Realizator : Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie**

Nazwa przedmiotu	MATEMATYKA
Cele zajęć	<p><b>Cel 1.</b> Zapoznanie uczniów z historią geometrii.</p> <p><b>Cel 2.</b> Zapoznanie uczniów z podstawowymi związkami miarowymi dla figur płaskich i przestrzennych.</p> <p><b>Cel 3.</b> Nabycie umiejętności zapisu przy pomocy układu równań informacji zawartych w zadaniach tekstowych.</p> <p><b>Cel 4.</b> Nabycie umiejętności rozwiązywania równań.</p>
Treści programowe	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Historia geometrii.</li> <li>2. Figury płaskie i przestrzenne, związki miarowe.</li> <li>3. Obliczenia procentowe.</li> <li>4. Symetria środkowa i osiowa.</li> <li>5. Pola powierzchni i objętości brył.</li> <li>6. Zamiana jednostek.</li> <li>7. Wykresy funkcji zależności drogi i prędkości od czasu</li> </ol>
Efekty	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Umiejętności: uczeń potrafi zastosować zapis matematyczny informacji podanych w zadaniach tekstowych.</li> <li>2. Umiejętności: uczeń potrafi obliczać pola figur płaskich i objętości brył.</li> <li>3. Umiejętności: uczeń potrafi rozwiązywać układy równań.</li> <li>4. Kompetencje społeczne: uczeń współpracuje w grupie.</li> </ol>
Forma pracy uczniów	Grupowa (max. 10 uczniów)
Środki dydaktyczne	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wykłady - prezentacje (Power Point).</li> <li>2. Zadania tablicowe.</li> <li>3. Konsultacje na platformie Fronter.</li> </ol>



# 1. Konspekt z matematyki

## Cele:

Celem zajęć jest:

- **Rozwijanie umiejętności stosowania matematyki:**
  - Zapoznanie uczniów z początkami geometrii.
  - Przypomnienie twierdzenia Talesa, Pitagorasa .
  - Zapoznanie z tematyką rozprawy Hipokratesa o półksiężycach, z tematyką *Elementów* Euklidesa, z historią narodzin geometrii analitycznej (kartezjański układ współrzędnych).
  - Zapoznanie z początkami geometrii nieeuklidesowej na przykładzie geometrii hiperbolicznej.
  - Przypomnienie podstawowych wiadomości z planimetrii (proporcje, własności).
  - Przypomnienie definicji funkcji jako przyporządkowania (proporcja prosta i odwrotna), zauważenie zależności drogi od czasu przelotu rakiety.
- **Rozwijanie umiejętności przeprowadzania eksperymentu, opisu i interpretacji danych:**
  - Zapisanie wyników eksperymentu.
  - Przekształcenie wzorów, dokonywanie obliczeń, zmiana jednostek.
  - Prezentacja wyników.

## Metody:

- prezentacja komputerowa *Geometria klasyczna*. Udostępnienie prezentacji na prywatnej stronie internetowej,
- konstrukcja balonowej rakiety,
- tangram,
- przygotowanie trasy wyścigu w układzie współrzędnych kartezjańskich,
- ćwiczenia: rozwiązywanie zadań dotyczących geometrii na płaszczyźnie i w przestrzeni (quiz),
- praca w grupach: rozwiązywanie zagadek logicznych.

## Środki dydaktyczne:

- tablica,
- komputer, rzutnik multimedialny i ekran,
- zestawy zadań do samodzielnego rozwiązywania.

## Przebieg zajęć:

### 1. Wykład

Część organizacyjna: przedstawienie przez prowadzącego tematu planu zajęć oraz podpisanie listy obecności i wypełnienie ankiety na zakończenie zajęć.



Część właściwa: wprowadzenie do tematu zajęć, pokaz prezentacji „Historia geometrii” (Power Point). Prezentacja zawierała teorię i zadania. W czasie wykładu uczniowie rozwiązują przykładowe zadania z pomocą prowadzącego zajęcia.

## 2. Ćwiczenia

Uczniowie samodzielnie i w grupach rozwiązują zadania związane z programem projektu.

Zadania dotyczą:

- symetrii osiowej i środkowej,
- obliczania procentów,
- obliczania pól figur płaskich,
- obliczania pól powierzchni bocznych i całkowitych figur przestrzennych,
- obliczania objętości graniastopów i ostrosłupów.

### Przykładowe zadania rozwiązywane przez uczniów:

Zad. 1.

Teleskop Hubble’a znajduje się na orbicie okołoziemskiej na wysokości około 600 km nad Ziemią. Obliczyć wartość prędkości z jaką porusza się on wokół Ziemi, jeżeli czas jednego okrążenia Ziemi wynosi około 100 minut.

Przyjmij  $R_z = 6400 \text{ km}$ ,  $\pi = \frac{22}{7}$ .

Zad. 2.

Dźwig budowlany podniósł płytę o ciężarze 800 N na wysokość 10 m w ciągu 20 sekund. Obliczyć moc z jaką pracował silnik dźwigu.

Przyjmij następujące oznaczenia: P – moc, W – praca, H – wysokość, F – siła, t – czas.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot h}{t}$$

Zad. 3.

Goprowcy za pomocą liny wciągnęli ruchem jednostajnym prostoliniowym na wysokość 4 m skrzynkę ze sprzętem ratowniczym o całkowitej masie 500 kg. Obliczyć pracę, jaką wykonali goprowcy nie uwzględniając oporów ruchu.

Przyjmij wartość przyspieszenia ziemskiego  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Zad. 4.

Kulisty balon dopełniono gazem i wówczas jego powierzchnia zwiększyła się o 69% w stosunku do stanu poprzedniego. O ile procent zwiększyła się objętość balonu?

Zad. 5

Pociąg przejechał  $\frac{4}{3}$  w ciągu jednej minuty. Jaka jest wartość prędkości pociągu wyrażona w km/h?

Zad. 6.

Odległość miejscowości A i B wynosi 300 km. Z jaką średnią prędkością poruszał się samochód jeśli drogę od A do B przebył w czasie 5,5 godziny? Postój w czasie podróży trwał 30 minut.

- a) samochód poruszał się z prędkością 90 km/h.
- b) samochód poruszał się z prędkością 60 km/h.



- c) samochód poruszał się z prędkością 40 km/h.
- d) samochód poruszał się z prędkością 20 km/h.

Zad. 7.

Student oblicza czas jaki poświęci musi na dotarcie z domu na uczelnię. Dojście do przystanku autobusowego zajmuje mu 7,5 minuty. Na przystanku czeka 5 minut, następnie jedzie autobusem 15 minut i 30sekund. Z przystanku, na którym wysiada idzie na uczelnię 3 minuty.

Jaką część godziny zabierze studentowi dotarcie z domu na uczelnię?



Nazwa przedmiotu	<b>CHEMIA</b>
Cele zajęć	<p><b>Cel 1.</b> Kształtowanie umiejętności wyszukiwania i selekcjonowania informacji oraz projektowania doświadczeń.</p> <p><b>Cel 2.</b> Pogłębienie wiedzy z chemii.</p> <p><b>Cel 3.</b> Nabycie umiejętności interpretacji wyników doświadczeń.</p> <p><b>Cel 4.</b> Zapoznanie się z techniką laboratoryjną. Wykonywanie prostych obliczeń chemicznych.</p>
Treści programowe	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Właściwości fizyczne i chemiczne oraz metody otrzymywania gazów.</li> <li>2. Tworzywa konstrukcyjne wykorzystywane do produkcji samolotów (metale, stopy, tworzywa sztuczne).</li> <li>3. Wyznaczanie gęstości metali.</li> <li>4. Roztworzenie metali w kwasach.</li> <li>5. Analiza chemiczna metali i ich stopów.</li> </ol>
Efekty	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Umiejętności: uczeń potrafi zaproponować metodę otrzymywania gazu (np. wodoru, tlenu, ditlenku węgla i chloru).</li> <li>2. Umiejętności: uczeń potrafi wykonać prostą analizę chemiczną i zapisać równania prostych reakcji chemicznych.</li> <li>3. Kompetencje społeczne: uczeń współpracuje w grupie.</li> </ol>
Forma pracy uczniów	Indywidualna i grupowa (max. 10 uczniów)
Środki dydaktyczne	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pokaz.</li> <li>2. Pogadanka.</li> <li>3. Samodzielne i grupowe wykonywanie doświadczeń chemicznych.</li> <li>4. Konsultacje na platformie Fronter.</li> </ol>



## 2. Konspekt z chemii

### Cele:

Celem zajęć jest:

- **Zapoznanie uczniów z właściwościami chemicznymi oraz z metodami otrzymywania gazów, paliw ciekłych, metali i tworzyw sztucznych:**
  - otrzymywanie gazów,
  - gęstość gazów,
  - stopy metali,
  - paliwa ciekłe – benzyna, nafta i olej napędowy,
  - polimery i tworzywa sztuczne,
  - reakcje utleniania.
  
- **Rozwijanie umiejętności przeprowadzania eksperymentu oraz opisu i interpretacji danych:**
  - korzystanie instrukcji i opisu doświadczenia,
  - samodzielne i grupowe przeprowadzenie eksperymentu,
  - zapisywanie wyników eksperymentu,
  - korzystanie z tablic i wykresów,
  - wykonywanie wykresów i obliczeń,
  - opracowanie i prezentacja wyników doświadczeń,
  - umiejętność formułowania wniosków.

### Metody:

- ćwiczenia laboratoryjne,
- praca indywidualna i grupowa.

### Środki dydaktyczne:

- tablica,
- zestawy szkła laboratoryjnego i odczynników do samodzielnego wykonywania doświadczeń,
- spektrofotometr wraz z instrukcją obsługi i opisem zasady działania,
- elektrolizer wraz z instrukcją obsługi i opisem zasady działania,
- instrukcje wykonywania ćwiczeń dla uczniów.

### Przebieg zajęć:

Część organizacyjna:

- zapoznanie uczniów z zasadami i przepisami BHP i p. ppoż.,
- podpisanie listy obecności (na początku zajęć),
- podział uczniów na zespoły dwuosobowe,
- wypełnienie ankiety (na końcu zajęć).



Część laboratoryjna: przed każdym ćwiczeniem laboratoryjnym prowadzący zajęcia zapoznaje uczniów z techniką laboratoryjną i sposobem wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują samodzielnie lub w grupach dwuosobowych doświadczenia pod nadzorem prowadzącego, który koordynuje pracę, pomaga w wykonaniu eksperymentu i doradza. Uczniowie w trakcie wykonywania ćwiczeń zapisują uzyskane wyniki. Na zakończenie ćwiczenia uczniowie opracowują wyniki, przedstawiają wnioski i zadają pytania. Każde ćwiczenie po jego zakończeniu jest podsumowane przez prowadzącego zajęcia.

Część eksperymentów wykonywana jest w formie pokazu.

Zestaw doświadczeń wykonywanych przez uczniów:

- elektroliza wody,
- otrzymywanie ditlenku węgla, wodoru, tlenu, ditlenku azotu, chloru i ditlenku siarki,
- określanie gęstości gazów względem powietrza,
- porównanie właściwości fizycznych i chemicznych wodoru i helu,
- wpływ obniżenia temperatury na zachowanie się benzyny, nafty i oleju napędowego,
- porównanie palności benzyny, nafty i oleju napędowego (pokaz),
- spalanie magnezu w powietrzu i ditlenku węgla,
- oznaczanie gęstości metali i ich stopów metodą piknometryczną,
- oznaczanie zawartości miedzi i żelaza w stopie metodą spektrofotometryczną,
- reakcja nadmanganianu potasu z gliceryną (pokaz),
- reakcja nadmanganianu potasu z nadtlenkiem wodoru (pokaz),
- otrzymywanie polistyrenu i metakrylanu metylu,
- otrzymywanie żywic fenolowo-formaldehydowych,
- identyfikacja tworzyw sztucznych metoda analizy płomieniowej.

### **Ćwiczenie 1 - kalibracja spektrofotometru celem wykonania analizy zawartości żelaza w próbce stopu.**

Jedną z podstawowych technik laboratoryjnych jest technika spektroskopowa. Szeroko rozumiana spektroskopia służy nam do identyfikacji składu oraz określenia budowy danej substancji. Większość aparatów przed wykonaniem analizy musi być skalibrowana, to znaczy musi być np. określona zależność między zawartością danego składnika (którą dokładnie znamy) a wskazaniem aparatu. Metoda przedstawiana w tym ćwiczeniu jest jedną z podstawowych, a zarazem najprostszych technik laboratoryjnych.

*Wykonanie ćwiczenia.*

Do 12 kolb miarowych na 50 ml dodać wzorcowego roztworu żelaza (roztwór o dokładnie znanym stężeniu) w ilości kolejno od 2 do 22 ml (z wyjątkiem kolby „0” gdzie nie dodajemy wzorca). Następnie dodać 5 ml roztworu „KSCN 5%” i dopełnić do kreski roztworem 0,1-molowego HCl. Kolbki zatkać korkiem i dokładnie wymieszać. Zwrócić należy uwagę na intensywność barwy zależnie od ilości dodanego roztworu wzorcowego. Wszelkie operacje z dozowaniem cieczy należy wykonać przy pomocy pipet automatycznych pod nadzorem prowadzącego laboratorium. Następnie roztwory z kolb przenieść do naczynia pomiarowego (kuwety) umieszczonego w aparacie i porównać względem próbki „0”. Bardzo ważne – zanotować wartość pokazywaną dla danej próbki przez aparat – posłuży to nam do wykonania





krzywej wzorcowej aparatu, co z kolei będzie nam potrzebne w dalszym etapie badań. Pomiaru dokonać na dwóch aparatach.

### **Ćwiczenie 2 – oznaczenie zawartości żelaza w stopie dostarczonej przez prowadzącego.**

Celem ćwiczenia jest określenie zawartości żelaza w danym materiale oraz zapoznanie się z podstawowymi technikami laboratoryjnymi. Skład materiału jest jednym z najważniejszych parametrów (oprócz wytrzymałości mechanicznej) przy jego dalszym zastosowaniu np. do wykonania elementów konstrukcyjnych.

#### *Wykonanie ćwiczenia.*

W tym ćwiczeniu próbkę metalu należy dokładnie zważyć na wadze analitycznej, a następnie przenieść do zlewki. Pod wyciągiem należy do zlewki dodać kwasu solnego i wody. Próbkę gotować następnie przez 15 minut. Po ochłodzeniu próbkę przenieść do kolby miarowej i rozcieńczyć wodą do zadanej objętości. Z tak otrzymanego roztworu pobrać zadaną objętość, a następnie wykonać oznaczenia żelaza pod nadzorem prowadzącego z użyciem wcześniej skalibrowanego spektrofotometru.

### **Ćwiczenie 3 – określanie gęstości wybranych materiałów.**

Gęstość jest jednym z podstawowych parametrów decydujących o zastosowaniu wybranych materiałów jako np. elementy konstrukcyjne statków powietrznych. Ważne jest, aby taki materiał był stosunkowo lekki oraz miał charakter metaliczny (metale charakteryzują się wysokimi właściwościami mechanicznymi). Do określania gęstości w warunkach laboratoryjnych służy piknometr. To na pozór proste urządzenie wymaga staranności oraz dokładności podczas prowadzenia pomiarów. Urządzenie to służy do wyznaczania gęstości drobnych ciał stałych oraz cieczy.

#### *Wykonanie ćwiczenia.*

Piknometr wraz z termometrem i koreczkiem należy dokładnie zważyć na wadze analitycznej. Następnie piknometr całkowicie napełnić wodą (ciecz o dokładnie znanej gęstości), założyć koreczek i termometr (nadmiar wody wycieknie), a następnie wytrzeć na zewnątrz do sucha. Nie wolno dopuścić aby w środku znajdowały się jakieś ciała obce albo pęcherzyki powietrza. W takim przypadku należy wylać wodę z urządzenia i powtórzyć wcześniejsze czynności. Suchy i prawidłowo napełniony piknometr zważyć – wynik starannie zapisać (staranne prowadzenie notatek jest podstawą bezstresowej oraz owocnej pracy w laboratorium). Po zważeniu piknometr wylać z niego wodę i wsypać wcześniej zważony materiał dostarczony przez prowadzącego. Ważne jest aby tę czynność wykonać z należytą starannością, tak aby nic nie wypadło poza aparat podczas przesypywania. Następnie do przyrządu wlać wodę, zatkać koreczek i termometr, aparat wytrzeć z zewnątrz z ewentualnie spływającej wody. Piknometr dokładnie zważyć, a uzyskany wynik zanotować. Czynności powtórzyć dla wszystkich materiałów dostarczonych przez prowadzącego. Materiały dostarczone przez prowadzącego: 1 – miedź, 2 – granulki żelaza, 3 – granulak polietylenu, 4 – śrubka stalowe, 5 – benzyna, 6 – olej napędowy. W przypadku benzyny i oleju napędowego piknometr należy dokładnie wysuszyć z wody lub użyć drugiego aparatu, a pomiar z samą wodą dokonać na końcu po odparowaniu paliwa.





#### Ćwiczenia 4 – określanie temperatury zamarzania wybranych paliw.

Temperatura zamarzania paliwa jest bardzo ważnym parametrem wpływającym na bezpieczeństwo, co jest związane z prawidłową pracą silników. Wszelkie paliwa stosowane w motoryzacji czy lotnictwie są cieczami. Z właściwości cieczy wiemy, że każda z nich ma jakąś ściśle określoną temperaturę, w której następuje zmiana jej stanu skupienia. Ważne jest, aby paliwa lotnicze miały tę temperaturę jak najniższą, ponieważ im wyżej samolot lata tym poddany będzie działaniu niższych temperatur.

##### *Wykonanie ćwiczenia.*

W tym ćwiczeniu szczelne pojemniki zawierające odpowiednio ON – olej napędowy (paliwo do zasilania silników wysokoprężnych o zapłonie samoczynnym, inaczej mówiąc silników Diesla albo ropniaków), benzynę (do zasilania pozostałego rodzaju silników) oraz benzynę lądową – benzyna bardzo czysta – specjalnego przeznaczenia, umieścić w zamrażarce w temperaturze  $-30^{\circ}\text{C}$  i chłodzić przez 30 minut. Po upływie tego czasu próbki wyjąć i dokładnie obejrzeć. Obserwacje dokładnie zapisać – posłużą do wyciągnięcia odpowiednich wniosków.

#### Ćwiczenie 5 – określanie palności paliw.

Palność jest jednym z najistotniejszych parametrów determinujących zastosowanie paliwa do danego rodzaju silnika. W przypadku benzyn (potocznie nazywanych etylinami) oraz benzyn lotniczych takim parametrem jest liczba oktanowa – im wyższa tym paliwo jest bardziej parne, a wręcz wybuchowe. W przypadku olejów napędowych określa się zależność w drugą stronę tzw. „niepalność” czyli liczbę cetanową.

##### *Wykonanie ćwiczenia.*

Ćwiczenie to wykonuje prowadzący pod wyciągiem – wszyscy obserwujący muszą być wyposażeni w okulary ochronne. Do pojemników zawierających olej napędowy oraz benzynę będzie zbliżane otwarte źródło ognia w postaci zapalki. Warto zaobserwować że benzyna zapala się dość gwałtownie już w pewnej odległości od płomienia, a olej napędowy...w nim można zgasić zapalkę. Olej napędowy zaczyna się palić bardzo gwałtownie dopiero po osiągnięciu dość znacznej temperatury. Wszelkie obserwacje starannie zanotować.

#### Ćwiczenie 6 – pokazy.

Bardzo ważne jest aby statek powietrzny był wykonany z odpowiednich materiałów, tak aby były one wytrzymałe oraz w miarę niepalne. Podczas pokazów w sposób doświadczalnym wykazemy, że praktycznie każdy metal użyty do konstrukcji przykładowo samolotu jest w określonych warunkach palny, a wręcz wybuchowy. W tym doświadczeniu prowadzący ćwiczenie zaprezentuje właściwości wybranych materiałów poddanych działaniu wysokich temperatur. Pokazy obejmą spalanie metalicznego glinu, cynku, magnezu, żelaza w środowisku silnie utleniającym (są to metale ze względu na swoje właściwości mechaniczne powszechnie stosowane w lotnictwie). Zostanie także zaprezentowane co się stanie w przypadku gaszenia rozpalonego metalu przy pomocy wody. Ważne jest, aby zachować odpowiednią odległość od wyciągu, pod którym będą prowadzone doświadczenia. Na podstawie obserwacji wysnuć odpowiednie wnioski.



Nazwa przedmiotu	<b>FIZYKA</b>
Cele zajęć	<p><b>Cel 1.</b> Zapoznanie uczniów z pojęciami masy, ciężaru, gęstości, ciśnienia i siły wyporu.</p> <p><b>Cel 2.</b> Zapoznanie uczniów z podstawami areodynamiki, pojęciem siły nośnej i budową samolotu.</p> <p><b>Cel 3.</b> Zapoznanie uczniów z budową i zastosowaniami tunelu areodynamicznego.</p>
Treści programowe	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Masa, grawitacja, przyspieszenie ziemskie, ciężar, ciężar właściwy, gęstość, ciśnienie i siła wyporu.</li> <li>2. Podstawy areodynamiki, siła nośna, budowa skrzydła.</li> <li>3. Zasada działania tunelu areodynamicznego.</li> </ol>
Efekty	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uczeń zna pojęcia masy, ciężaru, gęstości, ciężaru właściwego, ciśnienia i siły wyporu.</li> <li>2. Uczeń wie czym zajmuje się areodynamika, zna pojęcie siły nośnej, budowę skrzydła.</li> <li>3. Uczeń potrafi wyjaśnić zasadę działania tunelu areodynamicznego i podać jego zastosowanie.</li> <li>4. Kompetencje społeczne: uczeń współpracuje w grupie.</li> </ol>
Forma pracy uczniów	Grupowa (max. 10 uczniów)
Środki dydaktyczne	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wykład z pokazowymi doświadczeniami fizycznymi i prezentacjami.</li> <li>2. Ćwiczenia laboratoryjne</li> <li>3. Konsultacje na platformie Fronter</li> </ol>



### 3. Konspekt z fizyki

#### Celem zajęć jest:

- **Zapoznanie uczniów ze zjawiskami fizycznymi towarzyszącymi lataniu:**
  - masa, ciężar, gęstość, ciężar właściwy, ciśnienie, siła wyporu,
  - prawo Archimedesesa,
  - siła aerodynamiczna i budowa skrzydła,
  - tunel aerodynamiczny - zasada działania i zastosowanie,
- **Rozwijanie umiejętności przeprowadzenia eksperymentu, opisu i interpretacji danych:**
  - korzystanie z dostarczanych instrukcji i opisów,
  - samodzielne przeprowadzenie eksperymentu,
  - zapisanie wyników eksperymentu,
  - przekształcenie wzorów fizycznych, dokonywanie obliczeń, działanie na jednostkach, rysowanie wykresów,
  - prezentacja wyników.

#### Metody:

- wykład z doświadczeniami pokazowymi i prezentacją komputerową,
- ćwiczenia laboratoryjne,
- praca w grupach.

#### Środki dydaktyczne:

- tablica,
- komputer, rzutnik multimedialny i ekran,
- doświadczenia pokazowe,
- zestawy do samodzielnego wykonywania doświadczeń w laboratorium,
- komputer i oprogramowanie do rejestracji oraz opracowywania wyników pomiarów,
- opracowania pisemne dla uczniów.

#### Przebieg zajęć:

##### 1. Wykład

Część organizacyjna: przedstawienie przez prowadzącego tematu i planu zajęć oraz podpisanie listy obecności na początku i wypełnienie ankiety na zakończenie.

Część właściwa: zapoznanie przez prowadzącego zajęcia uczniów z tematem wykładu, wykonanie i wyjaśnienie doświadczeń pokazowych obejmujących: aerodynamikę.

##### 2. Ćwiczenia laboratoryjne

Część organizacyjna: przedstawienie przez prowadzącego: przepisów BHP, tematu i planu zajęć oraz podpisanie listy obecności na początku i wypełnienie ankiety na zakończenie.



Część właściwa: zapoznanie, przez prowadzącego zajęcia, uczniów z zagadnieniem, układem pomiarowym i metodą pomiaru. Samodzielne wykonanie pomiarów, zapisanie wyników i ich opracowanie przez uczniów pod nadzorem prowadzącego zajęcia (koordynuje pracę, pomaga i doradza). Na zakończenie uczniowie przedstawiają wyniki pomiarów, przedstawiają wnioski i zadają pytania. Podsumowanie prowadzącego zajęcia.

Uczniowie wykonują samodzielnie następujące doświadczenia:

- wyznaczenie gęstości,
- prędkość dźwięku w powietrzu,
- moduł Younga,
- lepkość,
- pomiar ciśnienia,
- tunel aerodynamiczny.

