

MOC na edukację

Program Popularyzacji nauki i Techniki MOC Odkrywców

Scenariusz zajęć warsztatowej edukacji naukowo-technicznej

Nr 19. Waga aerodynamiczna

PROLOG

Głównym założeniem projektu jest nawiązanie do dobrych tradycji edukacyjnych realizowanych programowo w XX wieku (m.in. w ramach szkolnych kół zainteresowań, pracowni ZPT, lekcji eksperymentalnych, etc.) i połączenie ich z nowoczesnymi środkami stosowanymi we współczesnych centrach nauki, muzeach techniki i innych tego typu placówkach. Istotą formuły według, której realizowane będą działania opisane w niniejszym scenariuszu, jest połączenie tradycyjnych form eksperymentowania z praktycznym rozwijaniem i wykorzystaniem umiejętności politechnicznych, nacisk na organizację pracy w grupie, współpracę przy rozwiązywaniu problemów technicznych, umiejętność tworzenia dokumentacji technicznej przedmiotów wykonywanych samodzielnie, sprawność językową w omawianiu zjawisk oraz nabycie umiejętności technicznych na wielu poziomach zaawansowania. Podczas warsztatów uczestnicy wraz z instruktorami i koordynatorami – popularyzatorami nauki - projektują i budują małe eksponaty i modele, analogiczne do tych, jakie znajdują się w centrach nauki i innych placówkach edukacji nieformalnej.

OPIS MERYTORYCZNY

Powietrze, działając na umieszczony w jego strumieniu kształt, wywiera na niego określone siły - opór aerodynamiczny, siłę nośną etc. - oraz momenty sił. Zjawiska te mogą być wykrywane przez specjalne konstrukcje czujników i detektorów. Waga aerodynamiczna to przyrząd mierzący siły i momenty sił działające na model podczas jego ruchu w powietrzu (np. model samolotu, płata, bryły o geometrii prostej lub złożonej) pod wpływem strumienia powietrza wytwarzanego np. w tunelu aerodynamicznym. Model jest zwykle zamontowany na elemencie wagi, który pozwala na zmianę jego położenia względem strumienia. W tunelu aerodynamicznym śmigło, wprawione w ruch obrotowy za pomocą silnika elektrycznego, wytwarza strumień powietrza, który przepuszczony przez system kanałów, daje wolne od wirów strugi powietrzne. Wagi aerodynamiczne montowane są w taki sposób wewnątrz, że mogą obracać się w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Innym rozwiązaniem jest

specjalnie skonstruowany przyrząd rotacyjny, który wprawiając badany przedmiot w ruch, pozwala na badanie oporów i ciśnienia jakich doznaje w powietrzu, oraz zależność tych zjawisk od kształtu, wielkości i prędkości przedmiotu.

Prostą wagę aerodynamiczną można zbudować z klasycznej wagi dźwigniowej (np. do listów) i suszarki elektrycznej. Popularne są też konstrukcje składające się z dźwigni obracającej się w płaszczyźnie poziomej i pionowej oraz z siłomierza.

BUDUJEMY WIEDZĘ PRAKTYCZNĄ

Zaleca się, aby cały proces twórczy oraz zajęcia warsztatowe, przeprowadzone były w specjalistycznej pracowni edukacji naukowo-technicznej, odpowiednio wyposażonej w niezbędne narzędzia oraz park maszynowy, pozwalający na wykonywanie wszelkich prac politechnicznych w oparciu o tradycyjne oraz nowoczesne technologie (CAD/CAM, CNC, druk 3D itp.). Pracownia powinna dysponować również własnym zapleczem wyposażonym w demonstratory oraz pomoce naukowe pozwalające na przeprowadzenie naukowych pokazów i spektakli z zakresu nauk przyrodniczych.

Model, którego budowę proponujemy w tym scenariuszu, nie jest typowym przykładem wagi aerodynamicznej służącej do badania i pomiarów sił działających na testowany kształt, ale jego konstrukcja pozwala zaobserwować relacje zachodzące pomiędzy siłą wytwarzaną ciągu przez śmigło a grawitacją. Elementem głównym modelu jest klasyczna maszyna prosta: dźwignia dwustronna podparta w geometrycznym środku. Na jednym z jej ramion zamontowano silnik elektryczny wyposażony w śmigło, na drugim - wspornik z uchwytem przeznaczonym do mocowania ciężarków.

Przybory, narzędzia, obrabiarki

frezarka trzyosiowa CNC 3D, drukarka filamentowa 3D, piła do drewna, wkrętak, wiertarka stołowa, wiertarka ręczna, wiertło śr. 1.4, 1.7, 2.0, 2.8, 3.0, 4.0 i 6.5 mm oraz wiertło stożkowe do fazowania otworów, nożyczki, nóż introligatorski, ołówek, linijka, pistolet do kleju na gorąco (z zapasem kleju), pilnik płaski, kostka do szlifowania nr 100.

Materiały (komplet na jeden zestaw)

- listwa drewniana 5 x 50 mm, długość 250 (podstawa) mm,
 - listwa drewniana 20 x 20 mm, długość 150 mm (wspornik pionowy),
 - listwa drewniana 10 x 10 mm, długość 400 mm (ramię dźwigni),
 - silnik modelarski 4.5 V,
 - śmigło modelarskie do modeli RC,
 - uchwyt PCV o średnicy 22 mm,
 - elementy wykonane w technologii druku 3D (ostoja osi obrotu dźwigni) - 2 sztuki,
 - zasobnik na baterie 2 x R6,
 - tektura introligatorska o grubości 1.5 mm,
 - wkręt oczkowy 3.0 średnica 10 mm,
 - wkręt do drewna 2.5/12 - 4 sztuki,
 - wkręt do drewna 3.5/20,
 - wkręt do drewna 4.0/20,
 - śruba M6/20 z nakrętką,
 - śruba M3/30 z nakrętką,
 - podkładka M6 średnica 18 mm,
 - przewody do połączeń.
-

Prace przygotowawcze

- projekt śmigła - modelu w środowisku CAD (wersja alternatywna dla śmigła RC),
 - projekt zespołu wsporników pionowych ostoji osi obrotu,
 - druk próbny elementów,
 - testowanie na modelu prototypowym i ewentualne korekty,
 - druk skorygowanych elementów modelu.
-

Zajęcia warsztatowe, montaż

- przycinanie listwy drewnianej podstawy 5 x 50 mm do długości 250 mm;
 - zaznaczanie na podstawie miejsca wiercenia otworu mocowania wspornika pionowego;
 - wiercenie otworu w podstawie;
 - przycinanie tektury introligatorskiej do formatu 80 x 350 mm;
 - przycinanie listwy drewnianej 20 x 20 mm do długości 150 mm (wspornik pionowy);
 - przycinanie listwy drewnianej 10 x 10 mm do długości 400 mm (belka dźwigni wagi);
 - zaznaczanie na belce dźwigni miejsca wiercenia otworów: w odległości 100 mm od jednego z końców na mocowanie osi, na końcach, równoległe do długości do mocowania śruby oczkowej i uchwytu silnika;
 - wiercenie otworów w zaznaczonych miejscach;
 - wkręcanie wkręta oczkowego i montaż uchwytu PCV silnika (uchwyt na końcu bliższym osi obrotu);
 - montaż elementów ostoi osi obrotu po obu stronach wspornika pionowego;
 - montaż wspornika do podstawy drewnianej;
 - klejenie wspornika z podstawą do tekturowej części podstawy (format 80 x 350 mm);
 - montaż zasobnika na baterie do wspornika pionowego;
 - mocowanie silnika w uchwycie belki dźwigni;
 - mocowanie śmigła na osi silnika (śmigło powinno być tak ustawione, aby ciąg skierowany był do góry);
 - montaż belki dźwigni we wspornikach pionowych przy pomocy śruby M3/30 z nakrętką;
 - podłączenie zasilania do silnika;
 - montaż śruby M6/20 do oczka na końcu belki, wyważanie dźwigni;
 - testowanie i uruchamianie zmontowanego modelu;
 - komentarze i dyskusja w grupie zajęciowej, omawianie realizowanego modelu i problemów technicznych napotkanych podczas pracy.
-

EKSPRYMENTUJEMY

Obracające się śmigło (np. w wentylatorze) wytwarza strumień powietrza, który odpycha np. kartkę papieru. Czy kartka papieru działa również na śmigło? Co się stanie, jeśli do strumienia powietrza wstawimy inny rotor, np. mały wiatraczek? Śmigło wytwarza strumień rozprzeczonych cząsteczek powietrza, który skierowany na przeszkodę, odpycha ją. Śmigło ustawione na podwoziu, które może się toczyć swobodnie, powoduje przemieszczanie się konstrukcji. Strumień skierowany na inne śmigło wprawia go w ruch obrotowy. W strumieniu powietrza można umieszczać różne przedmioty i badać siły, których działanie da się odczuć. Przykładem może być niewielka piłeczka umocowana na patyczku (np. ping pong na długiej wykałaczce) lub plastikowa łyżka, którą można wstawić do strumienia wklęsłą lub wypukłą stroną. Plastikową łyżkę możemy też

wykorzystać do eksperymentów ilustrujących zjawiska opisane przez prawo Bernoulliego dotyczące aero- i hydrodynamiki. Zbliżona strona wypukłą np. do strumienia wody płynącej z kranu, zostaje wciągnięta do jego wnętrza. Sytuację odwrotną, tj. wypchnięcie ze strumienia, spowoduje zbliżenie łyżki stroną wklęsłą. Siła ciągu wytwarzana przez obracające się śmigło dźwigni/wagi powoduje ruch w górę. Kierunek działania siły jest w tym przypadku przeciwny do grawitacji, która powoduje spadanie ciał, czyli ruch w kierunku Ziemi. Im większą masę umieścimy w polu grawitacyjnym, tym siła z jaką Ziemia przyciąga tę masę będzie większa. Przyrząd, który zbudowaliśmy pozwala na obserwowanie i badanie relacji między tymi siłami.

*Do wygenerowania dokumentu użyto ustawienia 100% wielkości czcionki podstawowej: 12pt
Można to zmienić w opcji Ustawienia.*

(C) 2025 ArsScientia