

MOC na edukację

Program Popularyzacji nauki i Techniki MOC Odkrywców

Scenariusz zajęć warsztatowej edukacji naukowo-technicznej

Nr 16. Wahadło fizyczne z elektromagnetycznym układem wzbudzającym

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

Wahadło jest to tzw. bryła sztywna, zawieszona w taki sposób, że jej oś obrotu znajduje się powyżej jej środka masy. Wahadła mają zegary mechaniczne, wahadłem jest huśtawka w parku, żyrandol i jeszcze parę innych urządzeń, które znajdziemy w naszym otoczeniu. Pełny ruch wahadła liczymy od chwili puszczenia go w ruch do chwili jego powrotu do tego poziomu, z którego ruch się rozpoczął. Jeśli ciało wykona ruch z punktu A do punktu B i z powrotem, to mówimy, że wykonało ono jedno pełne drganie. Czas trwania takiego pełnego ruchu nazywamy okresem wahanía. Amplituda w ruchu wahadła jest to największe wychylenie z położenia równowagi, największe odchylenie ciała biorącego udział w ruchu od jego położenia w stanie spoczynku. Natomiast częstotliwością określamy liczbę cykli zjawiska okresowego występujących w jednostce czasu. Tak wygląda fizyka wahadła w największym skrócie.

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 wahadła wygląda jak klasyczne wahadło fizyczne zawieszone na sztywnym pionowym pręcie. Jego masą obciążającą jest neodymowy magnes trwały. W podstawie modelu zamontowano elektromagnetyczny układ wzbudzający, jest nim elektromagnes zasilany prądem elektrycznym, uruchamiany przy pomocy włącznika chwilowego. Prąd elektryczny płynący w uzwojeniu elektromagnesu powoduje wygenerowanie pola magnetycznego, które - przy odpowiedniej polaryzacji - odpycha lub przyciąga magnes wahadła, pobudzając go do drgań i podtrzymując jego ruch.

Przybory, narzędzia, obrabiarki

frezarka trzyosiowa CNC 3D, drukarka filamentowa 3D, piła do drewna, wkrętak, wiertarka stołowa, wiertarka ręczna, wiertło śr. 1.4, 2.0, 2.8, 3.0, 4.0 i 6.5 mm, rozwiertak do dużych średnic 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, wybijak do otworów o średnicy 6 i 8 mm.

Materiały (komplet na jeden zestaw)

- tektura introligatorska 1.0 mm, format 120 x 155 mm,
- tektura introligatorska 1.0 mm, format 25 x 150 mm - 2 sztuki,
- folia samoprzylepna w wybranym kolorze, docelowe rozmiary: 150 x 150 i 2 sztuki 15 x 150 mm,
- pręt drewniany o średnicy 10 mm, długość docelowa 250 mm - 2 sztuki i 215 mm,

- pręt stalowy o średnicy 2.5 mm i długości 150 mm,
 - magnes neodymowy o średnicy 10 mm i grubości 1.5 mm,
 - listwa drewniana 5 x 40 mm o długości 100 mm,
 - rurka do napojów,
 - wkręt do drewna 3.5/12,
 - drut nawojowy emaliowany 0.35 mm,
 - śruba M6/16 z nakrętką,
 - taśma izolacyjna,
 - przewody do połączeń,
 - zasobnik na baterie 2 x R6,
 - włącznik chwilowy.
-

Zajęcia warsztatowe, montaż

- przyciąć pręt drewniany średnicy 10 mm tak, aby powstały dwa wsporniki o długości 250 mm;
- we wspornikach wywiercić otwory do zamocowania osi obrotu wahadła (w odległości 5 mm od jednego z końców);
- przyciąć pręt drewniany o średnicy 10 mm do długości 215 mm (pionowy element ruchomy wahadła);
- wywiercić otwory w elemencie ruchomym wahadła - do zamocowania osi obrotu w odległości 10 mm od jednego z końców oraz po stronie przeciwnej, równoległe do osi pręta w celu zamocowania magnesu neodymowego;
- w otwór wkręcić wkręt 3.5/12 a do jego łba przyczepić magnes neodymowy;
- w podstawie z MDF wywiercić otwory o średnicy 10 mm pod montaż wsporników, otwory umieścić na jednej z osi symetrii w odległości 10 mm od boku;
- z tektury introligatorskiej 1.0 mm wyciąć prostokąt o wymiarach 120 x 155 mm i okleić go kolorową folią samoprzylepną (osłona podstawy);
- z tektury introligatorskiej 1.0 mm wyciąć dwa prostokąty o wymiarach 25 x 150 mm i okleić folią;
- wycięte i oklejone elementy przykleić do leżących naprzeciwko siebie dwóch boków podstawy, równoległe do osi symetrii, na której wywiercone są otwory do montażu wsporników;
- z pręta stalowego o średnicy 2.5 mm odciąć oś wahadła o długości 150 mm;
- w otwory w podstawie wsunąć wsporniki ustawiając je tak aby otwory na oś znajdowały się naprzeciw siebie;
- z rurki do napojów odciąć dwa odcinki o długości 55 mm każdy;

- nasunąć na oś rurki i element ruchomy wahadła w kolejności: rurka - wahadło - rurka, a oś zamocować we wspornikach;
 - na śrubę M6/16 nakleić taśmę izolacyjną (dookoła części nagwintowanej);
 - nawinąć tak przygotowany rdzeń - uzwojenie elektromagnesu (6 do 10 warstw drutu nawojowego);
 - zamontować elektromagnes na środku podstawy;
 - podłączyć przewody do elektromagnesu, wyprowadzając ich końce na zewnątrz podstawy;
 - zamontować nad elektromagnesem osłonę, którą stanowi prostokąt 120 x 155 oklejony folią;
 - z listwy 5 x 40 mm odciąć odcinek o długości 100 mm, w odległości 20 mm od jednego boku wywiercić otwór o średnicy 16 mm;
 - w otworze zamontować wyłącznik chwilowy;
 - pod listwą przykleić zasobnik na baterie;
 - podłączyć przewody elektromagnesu do zasilania przez włącznik chwilowy;
 - testowanie i uruchamianie zmontowanego modelu;
 - komentarze i dyskusja w grupie zajęciowej, omawianie realizowanego modelu i problemów technicznych napotkanych podczas pracy.
-

EKSPRYMENTUJEMY

W przypadku eksperymentowania z wahadłami, najistotniejszą rzeczą jest to, że okres wahanja nie zależy od tego, jak bardzo duże są wychylenia, ani też od masy wahadła. Okres wahadła zależy tylko i wyłącznie od długości, to jest odległości środka masy od osi obrotu. Można to sprawdzić w najprostszym eksperymencie przy użyciu, np. masywnej kulki zawieszanej na lince lub sznurku. Im krótsza będzie ta linka, tym zaobserwujemy większą częstotliwość wahanja.

Na początku ruchu kulka ma samą energię kinetyczną. Zakładamy, że poziom początkowy jest poziomem odniesienia, czyli energia potencjalna ma wartość zero. Kulka wznosi się po łuku i zamienia energię kinetyczną w energię potencjalną. W maksymalnym wychyleniu energia kinetyczna ma wartość zero, a potencjalna - wartość maksymalną.

W ruchu bez oporów i bez tarcia zachowana jest energia mechaniczna wahadła. W naszym modelu energia dostarczana dodatkowo z zewnątrz, przekazywana jest przez pole magnetyczne, która oddziałuje z magnesem trwałym wahadła. Jeżeli układ wzbudzący pozostanie wyłączony, wahadło zachowywać się będzie jak klasyczne wahadło fizyczne - jego drgania po pewnym czasie wygasną.

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

(C) 2025 ArsScientia