

# ***MOC na edukację***

*Program Popularyzacji nauki i Techniki MOC Odkrywców*

*Scenariusz zajęć warsztatowej edukacji naukowo-technicznej*

## ***Nr 5. Trzecia zasada dynamiki***

### **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**

Siła, jako zjawisko pojedyncze, odizolowane, nie istnieje. Siła, gdziekolwiek działa, zawsze spotyka taką samą, tylko przeciwnie skierowaną drugą siłę. Jedna siła to działanie, czyli akcja. Druga siła to reakcja, czyli przeciwdziałanie. Każda akcja spotyka zawsze równą, przeciwnie skierowaną reakcję. Autor trzech najważniejszych zasad w historii fizyki i mechaniki, Izaak Newton, stwierdził, że jeśli naciskasz palcem na kamień, to kamień naciska równie mocno na palec.

Trzecia zasada dynamiki w najkrótszym wydaniu to akcja równa się reakcja. Każdemu działaniu towarzyszy przeciwdziałanie równe, jeśli chodzi o wartość, ale o przeciwnym kierunku. Jest to najbardziej znana i jednocześnie najbardziej niezrozumiana (albo przynajmniej sprawiająca

trudności w zrozumieniu) zasada w fizyce. Dlaczego?

Mamy na uwadze dwie siły, co jest w miarę oczywiste. Nie zawsze tylko mamy świadomość do czego te siły są przyłożone, na jakie ciała w opisywanym przykładzie działają. Np. Ziemia przyciąga kilogramowy odważnik, odważnik przyciąga Ziemię - to wydaje się wielu osobom trudne do wyobrażenia. Ciężarówka ciągnie przyczepę, a przyczepa ciężarówkę. Pozornie sprzeczne, bo wiele osób odbiera to tak, jakby siły wzajemnie się znosiły, a w efekcie pojazdy pozostawały w miejscu. Błąd w rozumowaniu wynika z tego, że nie zawsze zdajemy sobie sprawę z faktu, że siły akcji i reakcji przyłożone są zawsze do różnych ciał.

Jeśli np. kula wisi na lince, to siły na nią działające, istotnie, równoważą się. Mamy tutaj siłę grawitacji ciągnącą w dół i siłę z jaką działa linka, ciągnącą do góry, ale to nie są siły akcji i reakcji. Gdzie zatem w tym układzie występują te siły? Są to: siła z jaką Ziemia przyciąga kulę i siła z jaką kula przyciąga Ziemię, oraz siła z jaką linka ciągnie kulę i siła z jaką kula ciągnie linkę...

Gdy siadamy na krześle (sofie, kamieniu, ławce...) naciskamy na nie z pewną siłą (nasze ciało posiada masę, masa oddziałuje grawitacyjnie z Ziemią - mamy ciężar, a więc - siłę...) Nacisk ten, siła - skierowana jest w dół. Każdy kilogram masy - przyciągany jest z siłą ok. 10 N. Siła ta jest proporcjonalna do masy: masa 1 kg -> siła 10 N masa 10 kg -> siła 100 N. W tych przykładach pary sił są sobie równe i działają na różne obiekty.

---

## **BUDUJEMY WIEDZĘ PRAKTYCZNA**

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.

Zestaw do eksperymentowania z trzecią zasadą dynamiki, składa się z dwóch wózków, na których zamontowano mechanizm napędzany silnikiem elektrycznym z przekładnią, umożliwiający nawijanie linki na bęben - koło pasowe. Wózki ustawione są na torze o długości 100 cm i mogą się po nim poruszać swobodnie. Połączone są linką zamocowaną do kół pasowych.

---

## 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 oraz wiertło stożkowe do fazowania otworów, nożyczki, nóż introligatorski, ołówek, linijka, pistolet do kleju na gorąco (z zapasem kleju), pilnik płaski, papier ścierny (kostka) nr 100.

---

## Materiały (komplet na jeden zestaw)

- listwa drewniana 10 x 50 mm, długość 150 mm - 2 sztuki,
  - listwa drewniana 10 x 10 mm, długość 50 mm - 4 sztuki,
  - pręt drewniany o średnicy 10 mm, długość 15 mm - 2 sztuki,
  - uchwyt PCV do rurek instalacyjnych, średnica 22 mm - 2 sztuki,
  - silnik elektryczny 4.5 V - 2 sztuki,
  - wkręt do drewna 4.0 x 16 - 2 sztuki,
  - elementy wykonane w technologii druku 3D: koła napędowe, nośne, przekładnia, przelotka wspornika,
  - linka tekstylna o grubości ~ 2 mm, długość 100 cm,
  - zasobnik na baterie 2 x R6 - 2 sztuki,
  - przewody do połączeń - 100 cm,
  - gwoździe stalowe oksydowane 2.5/20 - 8 sztuk,
  - pręt stalowy o średnicy 2.5 mm ~20 cm,
  - tektura introligatorska o grubości 1.5 mm,
  - listwa profilowa PCV do montażu instalacji elektrycznych, szerokość 16 mm, długość 2 x 100 cm.
- 

## Prace przygotowawcze

- projekty koła napędowego z rowkiem w środowisku CAD, docelowo 2 sztuki o średnicy 60 mm,
- projekty koła przekładni ślimakowej w środowisku CAD docelowo 2 sztuki o średnicy 10 mm (ślimak), 2 sztuki o średnicy 28 mm (ślimacznicza),

- projekty kół nośnych wózka, średnica 50 mm - 8 sztuk,
  - projekt sprzęgieł - 2 sztuki,
  - projekt przelotki wspornika - 2 sztuki,
  - druk próbny elementów,
  - testowanie na modelu prototypowym i ewentualne korekty,
  - druk skorygowanych elementów modelu.
- 

## Zajęcia warsztatowe, montaż

- przycinanie listew drewnianych 10 x 50 mm do długości 150 mm (podwozie wózka 2 sztuki);
  - zaznaczanie na elementach miejsc wiercenia otworów (do montażu zespołu napędowego, uchwytu silnika i wspornika linki) po trzy otwory na podwoziu na dłuższej osi symetrii: centralnie i po obu stronach w odległości 40 mm;
  - wiercenie otworów w zaznaczonych miejscach;
  - przycinanie listwy drewnianej 10 x 10 mm do długości 55 mm (belki kół nośnych 4 sztuki, po dwie sztuki na wózek);
  - zaznaczanie w belkach miejsc wiercenia otworów na osie;
  - wiercenie otworów w zaznaczonych miejscach;
  - montowanie belek kół nośnych, belki przyklejone są do podwozia równolegle do krótszych boków w odległości 20 mm od krawędzi;
  - montowanie uchwytu PCV na podwoziach wózków;
  - montowanie osi zespołu napędowego (pręt 2.5 mm o długości 40 mm umieszczony w otworze wywierconym w geometrycznym środku podstawy);
  - montowanie cylindrów drewnianych (średnica 10 mm długość 15 mm) na osiach;
  - montowanie elementów przekładni na osi silnika i zespołów napędowych na osiach podwozia;
  - wykonanie instalacji elektrycznej;
  - montowanie kół nośnych w otworach belek przy pomocy gwoździ 2.5/20;
  - przygotowanie podstawy toru z tektury introligatorskiej o grubości 1.5 mm o wymiarach 8 na 70 cm;
  - mocowanie szyn toru z listwy profilowej PCV (szerokość toru i rozstaw szyn dopasować do rozstawu kół nośnych wózków);
  - montowanie linki do kół napędowych;
  - testowanie i uruchamianie zmontowanego modelu;
  - komentarze i dyskusja w grupie zajęciowej, omawianie realizowanego modelu i problemów technicznych napotkanych podczas pracy.
-

## EKSPRYMENTUJEMY

Przy pomocy zestawu można wykonać, w małej skali, jedno z najpopularniejszych doświadczeń ilustrujących trzecią zasadę dynamiki, które przeprowadzane jest zazwyczaj w większej skali. Polega ono na ustawieniu naprzeciw siebie, w pewnej odległości, dwóch wózków lub np. foteli na kółkach, na których siadają osoby przeprowadzające eksperyment. Osoby trzymają w ręku długi sznur lub linę. Doświadczenie wykonuje się na kilka sposobów, za każdym razem zmieniając nieco warunki: raz linę ciągnie tylko jedna z osób, raz tylko druga, kolejny raz obie. We wszystkich przypadkach wózki, pod wpływem sił reakcji, poruszają się w kierunku działania sił i spotykają w tym samym miejscu. Jeżeli całkowite masy wózków są jednakowe, to miejsce spotkania wypada w geometrycznym środku ich początkowej odległości od siebie. Zmiana masy obciążającej wózek przesunęła miejsce spotkania wózków tak, że za każdym razem spotykają się w tym samym miejscu, ale nie będzie to już geometryczny środek początkowego dystansu. Droga przebyta przez wózek o większej masie jest dłuższa niż droga jaką pokona wózek o masie mniejszej.

Te same eksperymenty wykonujemy przy pomocy zestawu, z tym że w przypadku modeli, linkę łączącą wózki zwijają mechanizmy umieszczone na wózkach. Uruchamiając silniki elektryczne napędzające mechanizm nawijający linkę, możemy decydować, który wózek podejmuje akcję. Zmiana obciążenia wózków, pozwala na eksperymentowanie z bezwładnością i jej relacjami z masą, gdzie masa jest miarą bezwładności.

Eksperymenty wykazują, że jeżeli jeden z wózków rusza z miejsca, to rusza także i drugi, mimo że siłą działa (zwija linkę łączącą) tylko jeden. Jest to zjawisko zgodne z trzecią zasadą dynamiki Newtona, która mówi, że oddziaływania ciał na siebie są zawsze wzajemne.

---

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

*(C) 2025 ArsScientia*